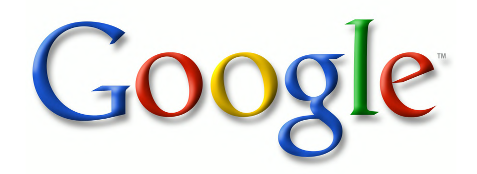
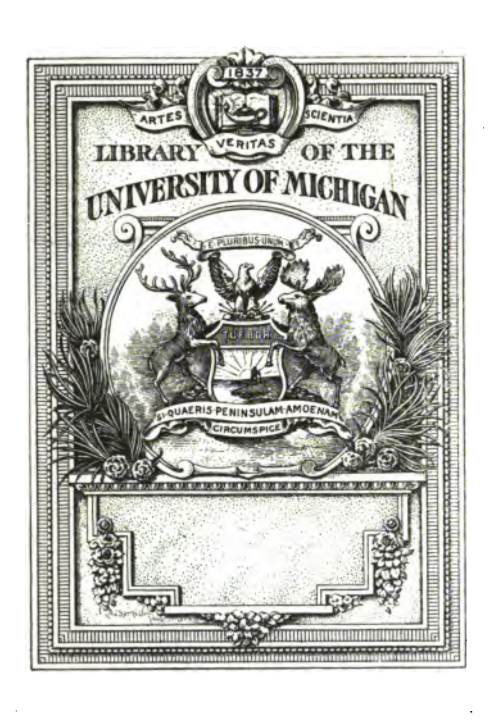



1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ANNALEN
DER
PHYSIK,
NEUE FOLGE.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖN. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

NEUNTER BAND.

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1811.

ANNALEN

DER

PHYSIK.

4

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT

DR. D. PH. U. M., ORD. PROFESSOR D. PHYSIK ZU LEIPZIG, MITGLIED D. KÖN. GES. D. WISS. ZU HAARLEM U. ZU KOPENHAGEN, DER GESELLS. NATURF. FREUNDE IN BERLIN, DER BATAV. GESELLS. D. NATURK. ZU ROTTERDAM, D. LEIPZ. ÖKON. GES., U. D. GESELLS. ZU ERLANG., GRÖNING., HALLE, JENA, MAINZ, POTSDAM U. ROSTOCK; UND CORRESP. MITGLIED D. KAIS. AKAD. D. WISS. ZU PETERSBURG, DER KÖNIGL. BAYERSCHEN AKADEMIE DER WISS. ZU MÜNCHEN, UND DER KÖNIGL. GES. D. WISS. ZU GÖTTINGEN.

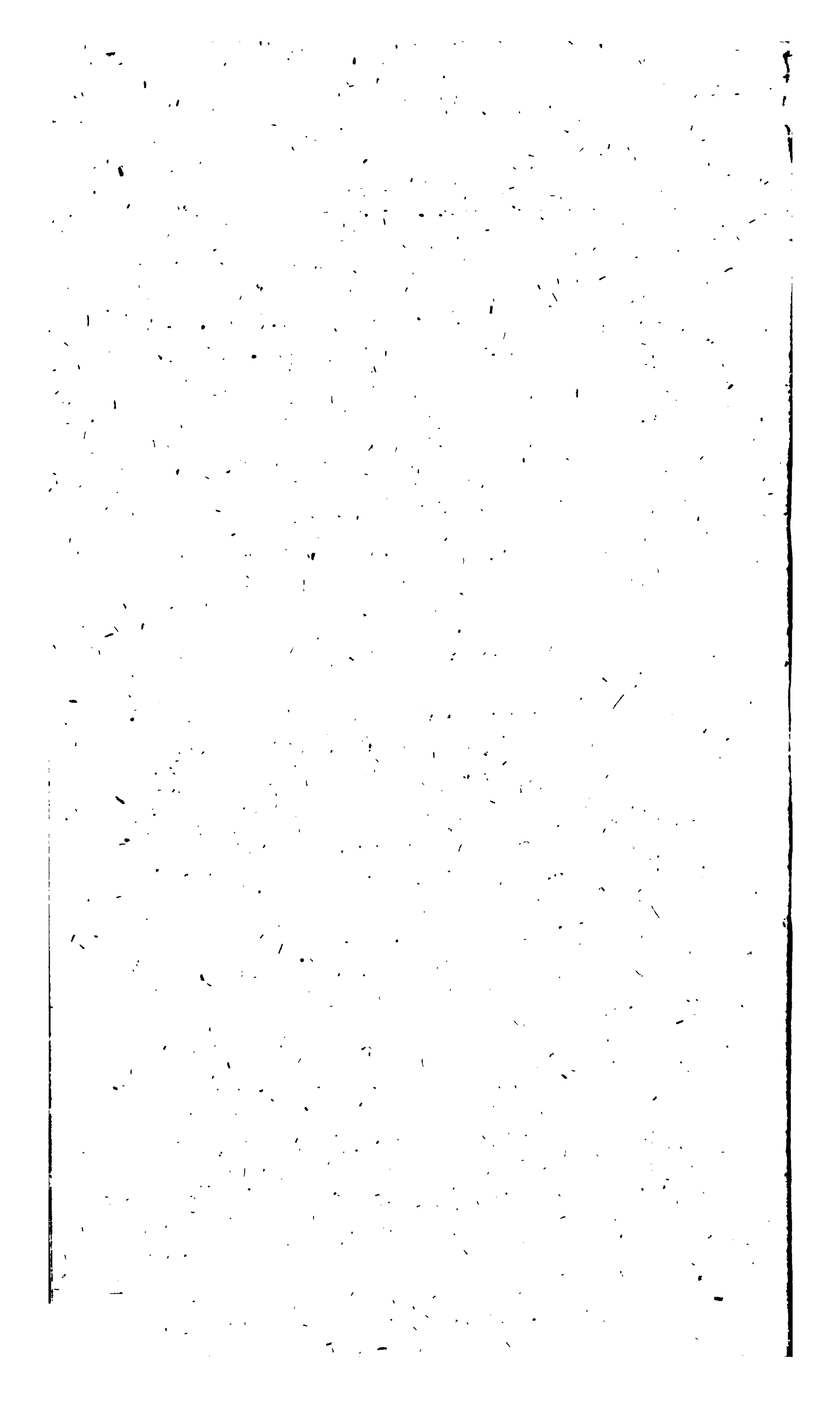
NEUN UND DREISSIGSTER BAND,

NEBST VIER KUPFERTAFELN.

LEIPZIG,

BEI JOH. AMBROSIUS BARTH

1811.



I N H A L T.

Jahrgang 1811. Band I.

Erstes Stück.

Die drei neuesten Abhandlungen Humphry Davy's Esq., LL. D., Secr. d. Königl. Soc. u. Prof. d. Chem. a. d. Roy. Inst., welche seine Untersuchungen über die Chlorine und die Euchlorine enthalten. Frei übersetzt von Gilbert.

Zweites Stück.

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, NEUNTES STÜCK.

Die drei neuesten Abhandlungen

Humphry Davy's, Esq., LL. D.,

Secr. d. königl. Soc. u. Prof. d. Chem. a. d. Roy. Institution,

welche seine Untersuchungen über die Chlorine und die Euchlorine enthalten.

Frei übersetzt von Gilbert,
nach drei in der königl. Societät d. Wiss. zu London gehaltenen Vorlesungen.

Die drei Abhandlungen des nicht ermüdenden Forschers, welche ich hier zusammenstelle, enthalten den lehrreichen Bericht der Versuche, mit denen er sich während der Jahre 1810 und 1811 beschäftigt hat. Alle drei haben zum Gegenstande die Salzsäure und die sogenannte oxygenirte Salzsäure der französischen Nomenclatur, und sind voll der überraschendsten Entdeckungen über ein Wesen, dessen chemische Natur wir schon genügend zu kennen glaubten, das aber nach den Ansichten, welche Davy auf seine neuen Versuche gründet, eine ganz andere Rolle, als man bisher meinte, von weit höherer und ausgebreiteterer Bedeutung in den Erscheinungen der Natur zu spielen scheint. Mehr-

mals habe ich weitläufige Untersuchungen in mehrere Hefte der Annalen vertheilt, damit der Leser Ruhepunkte in dem Studium derselben haben möchte; bei diesen Abhandlungen halte ich es aber für zweckmäßiger und zum klaren Verständniss derselben fast für nothwendig, sie alle drei in einem Hefte zusammenzustellen, selbst auf die Gefahr, bei manchem meiner Leser, dem sie vielleicht nicht hinlänglich ansprechen, einige Unzufriedenheit mit dieser scheinbaren Ueberfüllung mit einer und derselben Sache zu erregen. Leser indess, deren Sinn nach dem Höhern und dem Eingreifendern der Wissenschaft geht, dürfte vielleicht gerade die Vollständigkeit des Ueberblicks über diese Reihen neuer und lehrreicher Versuche vorzüglich anziehen, deren kleinstes Verdienst es ist, eine Menge Irrthümer in dem, was bisher von den Eigenschaften des sogenannten oxygenirt-salzsauren Gas gelehrt wurde, aufzudecken und zu berichtigen. Der Gegenstand dieser Untersuchungen greift nicht minder tief in das Ganze der Wissenschaft ein, und ist für dasselbe von nicht minderem Interesse, als es die Entdeckungen gewesen sind, durch welche H. Davy schon früher in einigen der verborgensten Gegenden der Naturlehre das erste Licht verbreitet hat. Einzeln würden aber die drei folgenden Berichte, die sich einander wesentlich ergänzen und verbessern, dem Naturforscher schwerlich volle Befriedigung geben, welche mir aus ihnen nur dann hervorzugehen scheint, wenn man sie in ihrem Zusammenhange vollständig überblickt.

Gilbert.

I.
UNTERSUCHUNGEN
über das oxygenirt-salzsaure Gas und über die Bestandtheile der Salzsäure; nebst einigen im Laboratorio der Roy. Instit. angestellten Versuchen über den Schwefel und den Phosphor

von

HUMPHRY DAVY, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät d. 12. Julius 1810.) *)

---

1. *Untersuchungen über die Natur und die Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und über die Bestandtheile der Salzsäure.*

Der berühmte Entdecker der oxygenirten Salzsäure, Scheele, hielt diese Säure für eine ihres Wasserstoffs beraubte Salzsäure, und nannte sie daher *dephlogistisirte Salzsäure*, in sofern er sich dachte, die Salzsäure bestehe aus ihr und aus Wasserstoff. Einige Jahre später stellte H. Berthollet über sie eine grosse Menge wichtiger und merkwürdiger Versuche an, die ihn auf den Schluss führten, das oxygenirt-salzsaure Gas sey eine Verbindung von salzsaurem Gas mit Sauerstoff; und diese Meinung ist seit ungefähr zwanzig Jahren die allgemein angenommene.

Der D. Henry fand bei seinen sorgfältigen Versuchen über die Zerlegung des salzsauren Gas **),

*) Nach drei nicht fehlerlosen und hier und da nur von dem, der sich in diese Materien ganz einstudirt hat, zu entziffernden französ. Uebersetzungen aus den *Philos. Transact. for* 1810. frei bearbeitet von Gilbert.

**) In diesen *Annalen* J. 1801, B. VII. Gilbert.

dafs dieses Gas beim Elektrisiren Waſſer hergiebt, und glaubte, dieses Waſſer ſey ſchon gebildet in dem ſalzſauren Gas vorhanden. In meiner Baker'ſchen Vorleſung auf das Jahr 1808 habe ich ſchon der Einwirkung des *Kalium's* auf ſalzſaures Gas gedacht *), und gezeigt, daſs während derſelben Waſſerſtoffgas in ſolcher Menge erzeugt wird, daſs es ein Drittel von dem Volum des ſalzſauren Gas ausmacht; zugleich that ich dar, daſs ſich nie anders ſalzſaures Gas aus der oxygenirten Salzſäure oder aus waſſerfreien ſalzſauren Salzen erhalten läſst, als wenn Waſſer oder deſſen Elemente gegenwärtig ſind.

Die Herren Gay-Luſſac und Thenard haben in dem zweiten Bande der *Mémoires d'Arcueil* eine groſse Reihe von Thatſachen über die Salzſäure und die oxygenirte Salzſäure bekannt gemacht **). Einige ihrer Verſuche ſind denen ähnlich, welche ich ſchon beſchrieben hatte, die übrigen ſehr intereſſanten ſind ihnen eigen. Sie ziehen aus ihnen den Schluſs, das ſalzſaure Gas enthalte 0,25 ſeines Gewichts an Waſſer, und die oxygenirte Salzſäure könne durch keinen andern Körper zerſetzt werden, als nur durch Waſſerſtoff und durch ſolche Körper, die mit ihr Tripel-Verbindungen eingehen.

Eine der merkwürdigſten Thatſachen, welche ſie angeben, und die auch ich ſchon angeführt hat-

*) *Annalen* J. 1810. Neue Folge B. V. S. 460. Verſuche über die Zerlegung der Salzſäure. *Gilbert.*

**) *Annalen* J. 1810. N. F. B. V. S. 8 f. *Gilbert.*

te, betrifft das Verhalten der Kohle in oxygenirt-salzsaurem Gas. Hat man nemlich die Kohle zuvor durch Calciniren in heftigem Feuer von Wasserstoff und von Feuchtigkeit befreit, so wird durch sie das oxygenirt-salzsaure Gas gar nicht verändert, auch wenn man sie mittelst einer Volta'schen Batterie in diesem Gas weissglühend erhält. Dieser Versuch, den ich mehrmals wiederholt habe, erregte in mir den Zweifel, ob das oxygenirt-salzsaure Gas überhaupt Sauerstoff enthalte; — wenn man gleich allgemein annimmt, dass es des Sauerstoffs mehr, als irgend ein anderer Körper, in einem Zustande in sich schliesse, in welchem er die Verbindung sehr leicht verlasse. Ich glaubte daher durch *genauere Untersuchungen*, als die bisherigen, *die Gegenwart von Sauerstoff in dem oxygenirt-salzsauren Gas prüfen zu müssen, um sie auf eine entscheidende Weise entweder darzuthun, oder sie zu widerlegen.*

Wenn man in ein luftleer gepumptes Glasgefäss, worin sich *Zinn* befindet, oxygenirt-salzsaures Gas in hinlänglicher Menge steigen läſst, so verschwinden beim Erhitzen Zinn und Gas und es entsteht eine tropfbare Flüssigkeit, welche völlig dieselbe als *Libav's rauchender Geist* ist. Wäre dieser Körper eine Verbindung von Salzsäure mit Zinn-Oxyd, so müsste, schien es mir, Ammoniak das Zinn-Oxyd aus demselben abscheiden. — Ich brachte daher Ammoniakgas mit einer kleinen Menge dieser Flüssigkeit, über Quecksilber, in Berührung; sie verschluckte dieses Gas unter starkem Er-

hitzen, es entstand aber kein gasförmiges, sondern blos ein festes Product, welches von mattweisser Farbe war und sich beim Erhitzen unter Ausstoßsen eines dicken, stechenden Dampfs ganz verflüchtigte. — Ein ähnlicher, mit aller Sorgfalt gemachter, Versuch, bei welchem ich Ammoniak in großsem Uebermaß genommen hatte, bewies, daß Libav's Geist sich durch Ammoniak nicht zersetzen läßst, sondern damit zu einer neuen Verbindung zusammentritt.

Wenn *Phosphor* in oxygenirt-salzsaurem Gas verbrennt, so bilden sich, wie ich gezeigt habe *), zwei verschiedene Producte, ein tropfbares und ein festes. Nach der allgemein angenommenen Theorie über die Natur des oxygenirt-salzsauren Gas müßste das *flüssige Product* eine Verbindung von Salzsäure mit phosphoriger Säure, und das *feste Product* eine Verbindung von Salzsäure mit Phosphorsäure seyn. Befänden sich die Säuren des Phosphors wirklich in diesen Verbindungen, so müßste es, dünkte mir, nicht schwer seyn, sie daraus darzustellen und dadurch die Gegenwart von Sauerstoff in der oxygenirten Salzsäure zu beweisen. Ich verschaffte mir zu dem Ende eine beträchtliche Menge des *festen Products*, und sättigte es mit *Ammoniak*, indem ich es in einem mit Ammoniakgas gefüllten Gefäße erwärmte. Es wirkte heftig und unter starkem Erhitzen auf dieses Gas, und beide Körper verbanden sich zu einem undurchsichtigen *weißsen Pulver*. Bestand nun dieses Pulver aus trocknem salz-

*) *Annalen* J. 1810. N. F. B. V. S. 464 f. Gilbert.

ſaurem und phosphorſaurem Ammoniak, ſo muſste ich beim Glühen deſſelben Phosphorſäure erhalten; denn das ſalzſaure Ammoniak iſt ſehr flüchtig, und um aus dem phosphorſauren Ammoniak das Ammoniak auszutreiben, reicht eine Hitze hin, welche kleiner als die des Rothglühens iſt. Ich brachte daher etwas von dem Pulver in eine Röhre aus grünem Glaſe, machte dieſe luftleer und brachte ſie über einer Weingeiſtlampe zum Rothglühen. Zu meinem groſsen Befremden fand ſich, daſs das Pulver in dieſer Hitze ſich weder verflüchtigte noch ſich zerſetzte, auch keinen gasförmigen Körper aus ſich entband; eine Merkwürdigkeit, die mich beſtimmte, die Eigenſchaften dieſes gröſstentheils aus oxygenirter Salzſäure und Ammoniak beſtehenden pulverartigen Körpers genauer zu unterſuchen.

Dieſer Körper iſt ohne Geſchmack und ohne Geruch und ſcheint im Waſſer unauflöslich zu ſeyn, da er im kochenden Waſſer keine ſichtbare Veränderung erlitt. Schwefelſäure, Salzſäure und Salpeterſäure ſchienen ihn nicht anzugreifen; eben ſo wenig eine ſtarke Kalilauge. Die einzigen Mittel, ihn zu zerſetzen, ſchienen zu ſeyn das *Verbrennen* und die Einwirkung von glühend ſchmelzendem *Kali-Hydrat* *). Als ich ihn in der Flamme einer

*) Der Leſer wird ſich aus den Unterſuchungen, die er im vorigen Bande dieſer *Annalen* S. 58 f. in Herrn Davy's Baker'ſcher Vorleſung auf das Jahr 1809 gefunden hat, erinnern, daſs H. Davy mit dieſem Namen (*Kali-Hydrat*) das nach Berthollets Art dargeſtellte *Kali* bezeichnet, weil es, auch nachdem man es eine geraume Zeit lang im

Weingeiſtlampe rothglühend machte, gab er ſchwache Spuren von Verbrennen, färbte die Flamme gelb und lieſs eine feuerbeſtändige Säure zurück, welche die Eigenſchaften der Phosphorſäure hatte. Auf glühendes Kali-Hydrat im Fluſſe gebracht, verbreitete er einen Geruch nach Ammoniak, verbrannte bei freier Berührung mit der Luft und ſchien ſich in dem Alkali aufzulöſen, aus welchem Schwefelſäure nach dieſem Verſuche Salzſäure austrieb. Selbſt beim Erhitzen in einem Platinrohr ſchien dieſer pulverulente Körper keine Veränderung zu erleiden, und gab, nachdem ich ihn geglüht hatte und dann mit flieſsendem Kali-Hydrat in Berührung brachte, noch Ammoniak her.

Ich finde, daſs möglichſt getrocknetes *Ammoniak* weder in der *phosphorhaltigen Flüſſigkeit* der Herren Gay-Luſſac und Thenard, noch in der *ſchwefelhaltigen Salzſäure* des Dr. Thomſon *) eine Zerſetzung bewirkt; denn wenn nur alle Feuchtigkeit aus dem Spiele gebracht iſt, entſtehn in beiden Fällen kein ſalzſaures Ammoniak, ſondern Producte, welche neue Verbindungen ſind. Und zwar iſt das mit der *phosphorhaltigen Flüſſigkeit* ein *feſter Körper* von weiſser Farbe, der, wie es ſcheint, wenn aus ihm ein Theil des Phosphors durch Hitze abgeſchieden worden, ſich nicht weiter

Glühen und Schmelzen erhalten hat, noch über den fünften Theil ſeines Gewichts an Waſſer, chemiſch gebunden enthält. — Das *wahre* und *reine Kali* wird durch Verbrennen des Kaliums erhalten. *Gilbert.*

*) *Annalen* N. F. B. V. S. 464. 466. *Gilbert.*

zerſetzt, ſelbſt wenn man die Hitze bis zum Glühen verſtärkt. Auch die neue Verbindung mit der *ſchwefelhaltigen Flüſſigkeit* iſt ein *feſter Körper*, deſſen Farbe, je nachdem er ſtärker mit Ammoniak geſchwängert iſt, vom hellen Purpur bis ins Goldgelbe verſchieden iſt. Da dieſe Verbindungen keine ſo gleichförmigen und merkwürdigen Eigenſchaften zeigten, als die Verbindung, welche aus dem Phosphor-Sublimat entſteht, ſo habe ich ſie nicht weiter unterſucht; es genügte mir, mich überzeugt zu haben, daſs bei dieſer Art zu verfahren kein Körper entſteht, von dem man weiſs, daſs er Sauerſtoff enthält.

Es wird geſagt, und von vielen Chemikern als Thatſache angenommen, daſs *oxygenirt-ſalzſaures Gas und Ammoniak*, wenn ſie auf einander einwirken, Waſſer bilden. Ich habe den Verſuch mehrere Mahl angeſtellt und mich überzeugt, daſs dieſe Wirkung *nicht* Statt findet. Vermiſcht man 15 bis 16 Theile oxygenirt-ſalzſaures Gas mit 40 bis 45 Theilen Ammoniakgas, ſo condenſiren ſich beide Gasarten faſt ganz mit einander, und das Product iſt, auſser 5 bis 6 Theilen Stickgas, waſſerfreies ſalzſaures Ammoniak.

Wenn man gleiche Theile von *oxygenirt-ſalzſaurem Gas* und von *Waſſerſtoffgas* mit einander vermiſcht, ſo entſteht, wie H. Cruikſhank gezeigt hat, ein faſt ganz vom Waſſer verſchluckbares Product. Die Herren Gay-Luſſac und Thenard haben angekündigt, dieſes Product ſey ge-

wöhnliches salzsaures Gas, und während der Operation setzte sich kein Wasser ab. Ich habe eine große Menge von Versuchen über die Einwirkung dieser beiden Gasarten auf einander angestellt. Wenn ich gleiche Theile oxygenirt-salzsaures Gas und Wasserstoffgas über Wasser mit einander vermischte, die Mischung in ein luftleer gepumptes Glasgefäfs steigen liefs und sie durch einen elektrischen Funken entzündete, setzte sich jedesmal ein leichter Dunst ab; es erfolgte eine Condensirung von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{10}$ des ganzen Volums, und das Gas, welches zurückblieb, war *gemeines salzsaures Gas*. Um den Versuch noch mit mehr Sorgfalt anzustellen, liefs ich die beiden Gasarten in Gefäfse, welche salzsauern Kalk enthielten, steigen, und sie in der gewöhnlichen Temperatur sich mit einander verbinden; ich habe es aber nie dahin bringen können, dafs sie sich nicht ein wenig condensirt hätten, obschon diese Verdichtung in dem Verhältnisse kleiner war, als sie weniger Sauerstoffgas oder Wasser enthielten. — Gleiche Volumina von recht reinem *Schwefel-Wasserstoffgas* und von oxygenirt-salzsaurem Gas, die beide gut getrocknet waren, condensirten sich, als ich sie mit einander vermischte, um nicht ganz $\frac{1}{40}$; auf den Wänden des Gefäfses setzte sich Schwefel ab, der etwas oxygenirte Salzsäure zu enthalten schien; aber es erschien kein Wasserdunst, und das rückständige Gas bestand zu $\frac{19}{20}$ aus *salzsaurem Gas*; das übrige war brennbar.

Die Herren Gay-Lussac und Thenard haben durch viele Versuche bewiesen, dass in den bekannten Fällen, wenn man Sauerstoff aus der oxygenirten Salzsäure erhält, *Wasser* gegenwärtig ist und zugleich Salzsäure gebildet wird. Da wir nun aber gesehen haben, dass oxygenirt-salzsaures Gas durch Verbindung mit Wasserstoffgas in salzsaures Gas verwandelt wird, so kann man kaum umhin, zu schliessen, dass in allen jenen Fällen der Sauerstoff daher rührt, dass das Wasser, welches gegenwärtig ist, zersetzt wird, und dass folglich die Meinung, salzsaures Gas enthalte gebundenes Wasser, in sich auf einer Annahme beruhe, die noch eines Beweises bedürfe, nemlich auf der Hypothese, dass Sauerstoff in dem oxygenirt-salzsauren Gas vorhanden sey. Zwar führen die Herren Gay-Lussac und Thenard einen Versuch an, den sie für einen Beweis ansehen, dass das salzsaure Gas ¼ seines Gewichts an gebundenem Wasser enthalte; sie erhielten nemlich so viel Wasser, als sie salzsaures Gas durch Bleyglätte steigen liessen. Aber man sieht leicht, dass sich in diesem Fall dieselbe Zusammensetzung bilden musste, welche durch Einwirkung von oxygenirter Salzsäure auf Bley entsteht; dabei werden der Wasserstoff der Salzsäure *) und der Sauerstoff des Bleioxyds frei, wodurch Bildung von Wasser veranlasst wird. Die Herren Gay-Lussac

*) Nach der Scheel'schen Hypothese, für die sich H. Davy erklärt, ist nemlich die Salzsäure aus Wasserstoff und oxygenirter Salzsäure zusammengesetzt. *Gilbert.*

und Thenard selbst scheinen diese Erklärung voraus gesehen zu haben, da sie am Schluss ihrer Abhandlung eingestehen, *man könne*, nach den Thatsachen, welche sie angeführt haben, das oxygenirt-salzsaure Gas für einen einfachen Körper nehmen.

Ich habe die Versuche, welche mich anfangs auf die Vermuthung geführt hatten, *salzsaures Gas* enthalte *gebundenes Wasser* in sich, mit aller möglichen Sorgfalt wiederholt. Lasse ich die Volta'sche Electricität auf salzsaures Gas über Quecksilber einwirken, so verschwindet die Säure gänzlich und es entsteht Calomel unter Entbindung von Wasserstoffgas, dessen Volumen die Hälfte des salzsauren Gas beträgt. — Mit *Kalium* entstehn aus 20 Maass salzsaurem Gas stets 9 bis 11 Maass Wasserstoffgas, wenn das Quecksilber sehr trocken ist. — Bei einigen von meinem Bruder John Davy mit vieler Aufmerksamkeit angestellten Versuchen über die Zersetzung des salzsauren Gas durch *Zinn* und *Zink*, die darin erhitzt wurden, betrug das Volumen des entbundenen Wasserstoffgas ungefähr die Hälfte des Volums des salzsauren Gas, und es bildeten sich dabei dieselben salzsauren Metalle, welche beim Verbrennen des Zinns und des Zinks in oxygenirt-salzsaurem Gas entstehen.

Es erhellet aus diesen Bemerkungen, dass die Ansicht, welche Scheele von der oxygenirten Salzsäure und der gemeinen Salzsäure gefasst (obschon aus Mangel einer allgemein angenommenen

Theorie dunkel und schwankend vorgetragen) hat, sich für eine Aussage der Thatsachen nehmen läſst; indeſs die Ansicht der französischen chemischen Schule von diesen beiden Säuren, welche so genügend zu seyn schien, bei genauerer Beleuchtung, dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntnisse zu Folge, nur auf einer *Hypothese* beruht.

Oxygenirt-salzsaures Gas und Wasserstoffgas, ungefähr in gleichem Volume mit einander vermischt, verbinden sich mit einander und bilden salzsaures Gas. Behandelt man dagegen salzsaures Gas mit Quecksilber oder mit irgend einem andern Metall, so wird die oxygenirte Salzsäure demselben durch das Metall entrissen, zu welchem es gröſsere Verwandtschaft, als zu dem Wasserstoffe, hat, und es entsteht eine oxygenirt-salzsaure Verbindung, der völlig ähnlich, welche sich beim Verbrennen des Metalls in oxygenirt-salzsaurem Gas bildet, und die man gewöhnlich für gemeine salzsaure oder für wasserfreie salzsaure Verbindungen genommen hat. — Die Einwirkung, welche auf diese *Verbindungen* das *Wasser* äuſsert, erklärt sich sehr leicht aus jener Ansicht. Bringt man Wasser in bestimmtem Verhältnisse zu Libav's Flüssigkeit, so erhält man eine feste krystallisirte Masse, aus der sich durch Ammoniak Zinnoxyd und salzsaures Ammoniak bilden läſst. In diesem Fall scheint der Sauerstoff des Wassers das Zinn zu oxydiren und der Wasserstoff des Wassers sich mit der oxygenirten Salzsäure zu

gemeiner Salzsäure zu verbinden. — Bringt man Waſser auf das Product des Verbrennens des *Phosphors* in oxygenirt-salzsaurem Gas, so entstehen zwei Säuren, Salzsäure und Phosphorsäure; das Waſser scheint hier dem Phosphor seinen Sauerstoff und der oxygenirten Salzsäure seinen Waſserstoff abzutreten und dadurch letztere in Salzsäure zu verwandeln. — Keine der *Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas mit verbrennlichen Körpern* läſst sich durch waſserfreie Säuren zersetzen; und das scheint ihr unterscheidender Charakter von den *salzsauren Verbindungen* zu seyn, mit denen man sie bis jetzt vermengt hatte. So z. B. ist das *salzsaure Kali*, im Zustande nach dem Glühen, eine Verbindung von oxygenirter Salzsäure mit Kalium, (ist anders das Mischungsverhältniſs, welches Berthollet dafür angiebt, das richtige); das *salzsaure Ammoniak* ist dagegen eine Verbindung von Salzsäure mit Ammoniak und wird durch Einwirkung des Kaliums zersetzt, indem die oxygenirte Salzsäure sich mit dem Kalium zu salzsaurem Kali zu vereinigen scheint und das Ammoniak und der Waſserstoff frei werden.

Auf den ersten Anblick scheint die Heftigkeit, mit der verbrennliche Körper in dem oxygenirt-salzsauren Gas *verbrennen*, zu beweisen, daſs die verbrennlichen Körper bei diesem Processe vom Sauerstoff durchdrungen werden; aber Wärme und Licht entstehen hier blos durch die groſse Kraft, mit der die Verbindung vor sich geht. Schwefel und Metalle, alkalische Erden und Säuren, kommen bei ih-

rer Einwirkung auf einander zum Glühen. Man darf daher wohl einen ähnlichen Erfolg bei einer so schnellen Wirkung erwarten, als die ist, welche die oxygenirte Salzsäure auf Metalle und brennbare Körper äusert.

Es scheint ferner für die Hypothese, dass oxygenirte Salzsäure aus Sauerstoff und aus einer Säure als Basis besteht, die Analogie zwischen den Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas mit Metallen, mit den gewöhnlichen Neutralsalzen zu sprechen. Sieht man aber sorgfältiger nach, so zeigt sich, dass es schwer ist, eine solche Analogie aufzufinden. Fände sie indess auch Statt, so würde sie sich eben so gut für die entgegengesetzte Lehre *) anführen lassen; denn nach dieser sind die Neutralsalze Verbindungen von Basen mit Wasser, und die Metalle Verbindungen von Basen mit Wasserstoff, daher dann beim Einwirken von oxygenirt-salzsaurem Gas auf die Metalle, das Metall sowohl den zur Bildung von Salzsäure nöthigen Wasserstoff, als die zur Bildung der neutralen Verbindung erforderliche Basis hergeben würde.

Dass beim *Zersetzen des salzsauren Gas durch die Metalle* grade so viel Wasserstoffgas frei wird, als wenn die Metalle das Wasser zersetzen, scheint zwar auf dem ersten Anblick ein offenbarer Beweis zu seyn, dass Wasser im salzsauren Gas vorhanden sey. Da aber nur eine *Einzige* Verbindung zwischen Wasserstoff und oxygenirter Salzsäure, so viel

*) Die verbesserte phlogistische. *Gilbert.*

wir wissen, existirt *), so muss, wenn sie zersetzt wird, immer eine gleiche Menge Wasserstoff von ihr abgeschieden werden. Der Wasserstoff wird durch ein Metall aus seiner Verbindung mit oxygenirter Salzsäure auf dieselbe Art abgeschieden, als ein Metall durch ein anderes aus ähnlichen Verbindungen; und von allen verbrennlichen Körpern, welche Verbindungen dieser Art bilden, scheint (Phosphor und Schwefel vielleicht ausgenommen) der Wasserstoff mit der wenigsten Kraft an der oxygenirten Salzsäure zu adhäriren.

Ich habe mittelst Platinspitzen starke *elektrische Entladungsschläge* mehrere Stunden lang fortdauernd *durch oxygenirt-salzsaures Gas* durchgehen lassen; es schien aber dadurch nicht im geringsten verändert zu werden. — Darauf liess ich den elektrischen Strom eines *Volta'schen Apparats* aus 1000 Doppelplatten einige Stunden lang auf die Verbindungen des Phosphors und des Schwefels mit oxygenirter Salzsäure einwirken; es schied sich aber kein anderes Gas ab, als eine sehr kleine Menge Wasserstoffgas, welche mir von anwesender Feuchtigkeit in dem Apparate, den ich brauchte, herzurühren schien. Ich erhielt in der That ein Mahl Wasserstoffgas, als ich *Libav's Flüssigkeit* auf dieselbe Art behandelte, überzeugte mich aber, dass es durch Zersetzung von Wasser entstand, welches dem Quecksilber adhärirte. In einigen meiner letzt-

*) Nemlich die gemeine Salzsäure. *Gilbert.*

letzten Versuche, bei denen ich 2000 Doppelplatten und Platindrähte brauchte, und die Flüssigkeit mit Quecksilber, das sorgfältig ausgekocht worden war, gesperrt erhielt, erschien gar keine permanent elastische Flüssigkeit.

Da sich die Gegenwart von Sauerstoff in der oxygenirten Salzsäure durch keine Versuche darthun läſst, so ist die Frage sehr natürlich, was wir von denen Zusammensetzungen denken sollen, von welchem man bisher glaubte, sie seyen Verbindungen von Salzsäure mit noch viel mehrerem Sauerstoff, als in der oxygenirten Salzsäure vorhanden sey, und enthielten diese Säure in einem Zustande, in welchem Herr Chenevix ihr den Namen *überoxygenirte Salzsäure* gegeben hat? Kann wirklich die oxygenirte Salzsäure sich eben so gut mit dem Sauerstoff, als mit dem Wasserstoff verbinden, und kann sie mit jedem dieser Körper zu einer Säure werden, von denen noch dazu die mit dem Wasserstoff die stärkste, und die mit dem Sauerstoff die schwächste Verwandtschaft zu den Basen haben würde,* da nach Herrn Chenevix die überoxygenirt-salzsauren Salze von der Salzsäure zersetzt werden? Oder ist vielleicht die überoxygenirte Salzsäure selbst die Basis dieser ganzen Klasse von Körpern und die einfachste Gestalt dieser Art von Materie? Die Erscheinungen bei der Bildung und bei der Zersetzung der überoxygenirt-salzsauren Salze lassen sich gleichmäſsig aus der einen und aus der andern dieser An-

nahmen erklären; keine von beiden aber *) wird von der Erfahrung unterstützt.

Ich habe auf verschiedene Weise versucht, dem *überoxygenirt-salzsauren Kali* die Säure, durch die es neutralisirt ist und von der man wähnte, sie sey überoxygenirt, zu entziehen, aber immer ohne Erfolg. Unterwirft man dieses Salz mit trockner Boraxsäure der Destillation, so erhält man zwar ein wenig oxygenirte Salzsäure, aber das Hauptproduct in Gasgestalt ist Sauerstoffgas, und es bildet sich ein nicht zersetzbares salzsaures Kali. Die Destillation der orangefarbenen Flüssigkeit, welche beim Auflösen des überoxygenirt-salzsauren Kali in Schwefelsäure sich abscheidet, giebt nichts als Sauerstoffgas in grossem Uebermasse und oxygenirt-salzsaures Gas.

Wenn man *Salzsäure* oder Auflösungen salzsaurer Salze in der Kette der *Volta'schen Batterie* electrisirt, so entbindet sich an der positiven Oberfläche oxygenirte Salzsäure und an der negativen Oberfläche Wasserstoff. Electrisirt man eine Auflösung *oxygenirter Salzsäure* in Wasser, so erscheinen an der positiven Oberfläche oxygenirte Salzsäure und Sauerstoff **) und an der negativen Wasser-

*) Das heisst: weder die Meinung, dass die sogenannte überoxygenirte Salzsäure aus Sauerstoff bestehe, noch die Meinung, dass sie chemisch einfach sey. *Gilbert.*

**) In einer solchen Auflösung ist der oxygenirten Salzsäure so wenig vorhanden, dass die Hauptproducte von der Zersetzung des Wassers herrühren müssen; und dieses findet auch in andern Fällen Statt. In verdünnter Salpetersäure und Schwefelsäure wird blos das Wasser zersetzt. *Davy.*

stoff. Diese Thatsachen entsprechen nicht der Vorstellung, dass es eine überoxygenirte Salzsäure gebe, man mag sie für eine Verbindung von oxygenirter Salzsäure mit Sauerstoff, oder für die Basis der oxygenirten Salzsäure nehmen *).

Bei genauerem Nachdenken über die Thatsachen, die wir in Beziehung auf das *überoxygenirt-salzsaure Kali* kennen, lässt sich dieses Salz in der That für nichts anders, als für eine *dreifache* Verbindung aus oxygenirter Salzsäure, Kalium und Sauerstoff nehmen. Wir haben keinen einzigen gültigen Grund, um eine eigenthümliche Säure oder eine beträchtliche Menge gebundenen Wassers darin anzunehmen. Es dürfte der chemischen Analogie mehr entsprechen, sich vorzustellen, dass die grosse Menge Sauerstoff in demselben an dem Kalium gebunden sey, dessen sehr grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff bekannt ist, als dass sie mit der oxygenirten Salzsäure in Verbindung stehe, die, so viel man hat erforschen können, keine Verwandtschaft zum Sauerstoff hat; und ich bin nach einigen Versuchen geneigt, zu glauben, dass das Kalium sich direct selbst mit mehr Sauerstoff verbinden kann, als in dem überoxygenirt-salzsauren Kali vorhanden ist.

*) Erst späterhin hat H. Davy eine Methode entdekt, eine Verbindung aus oxygenirt-salzsaurem Gas und Sauerstoff für sich und zwar gasförmig darzustellen, und sie hat die Eigenschaften, welche von Herrn Chenevix der überoxygenirten Salzsäure zugeschrieben werden, wie der Leser in der dritten dieser Abhandlungen finden wird. *Gilbert.*

Man nimmt gewöhnlich an, daſs beim Zerſetzen von überoxygenirt-ſalzſaurem Kali durch Salzſäure ſich eine Mengung von oxygenirter und überoxygenirter Salzſäure entbinde; ich habe mich aber durch mehrere Verſuche überzeugt, daſs das Gas, welches in dieſem Falle entſteht, wenn es nicht mit Sauerſtoffgas vermengt iſt, ſich mit derſelben Menge Waſſerſtoff verbindet, als das gewöhnliche mittelſt Manganes-Oxyd gebildete oxygenirt-ſalzſaure Gas *). Bei genauer Unterſuchung finde ich, daſs auch das Gas, welches ſich während des Auflöſens von Platin in Salpeter-Salzſäure entbindet, und das man für überoxygenirt-ſalzſaures Gas hielt, nichts anders als oxygenirt-ſalzſaures Gas iſt, deſſen eigene Farbe von ſehr wenig ſalpeter-ſalzſaurem Dampf herrührt, der darin ſchwebt und ſehr leicht durch Waſchen fortzunehmen iſt **).

---

*) Daſſelbe ſcheint aus Cruikſhank's Verſuchen hervorzugehen. (*Nicholſ. Journ.* Vol. 5. q. p. 206.) Beim Zerſetzen des überoxygenirt-ſalzſauren Kali durch Salpeterſäure oder durch Schwefelſäure entſtehen oxygenirt-ſalzſaures Gas und Sauerſtoffgas. Salzſäure giebt dagegen mit dieſem Salze blos oxygenirt-ſalzſaures Gas in groſser Menge; in dieſem Fall ſcheint daher eine Zerſetzung der Salzſäure durch den in dem Salze nur locker gebundenen Sauerſtoff vorzugehen. *Davy.*

**) Schon vor einigen Jahren hatte ich gefunden, daſs dieſem Gas die Eigenſchaften des oxygenirt-ſalzſauren Gas zukommen, und mehrere mit vieler Sorgfalt angeſtellte Verſuche haben mich belehrt, daſs das Platin keinen Antheil an der Entbindung dieſes Gas hat. Es entſteht, indem das Königswaſſer ſich bildet. Der Waſſerſtoff der Salzſäure reiſst Sauerſtoff aus der Salpeterſäure an ſich; da-

Es giebt vielleicht wenige Körper, die einen geringeren Anspruch darauf haben, für eine *Säure* gehalten zu werden, als das *oxygenirt-salzsaure Gas.* Da wir keinen Grund haben, anzunehmen, dass es je zersetzt worden sey, und da es Verwandtschaft zu den reinen verbrennlichen Körpern hat, so möchte es vielmehr mit dem Sauerstoff zu einerlei Klasse von Körpern gehören. Und könnte es nicht in der That ein *eigenthümliches acidifirendes* und *auflösendes Princip* seyn, das fähig wäre, mit den verbrennlichen Körpern Verbindungen hervorzubringen, deren Eigenschaften und Kräfte ähnlich wären denen der Verbindungen der verbrennlichen Körper mit solchen Säuren, welche Sauerstoff enthalten, oder denen der Oxyde, und die sich von diesen letzteren Verbindungen

durch wird oxygenirt-salzsaures Gas frei und es bleibt in der Auflösung Salpetergas, durch das sie dunkelroth gefärbt wird. *Salpetrige* Säure und Salzsäure erzeugen kein oxygenirt-salzsaures Gas. Nimmt man Königswasser, das schon vollkommen gebildet ist, zum Auflösen des Platins, so entbindet sich während des Auflösens blos Salpetergas und salpetrigsaurer Dunst. Ich finde, dass oxygenirt-salzsaures Gas sich weit schneller entbindet, wenn man gleiche Theile Salpetersäure vom specif. Gewichte 1,45, und Salzsäure vom spec. Gewichte 1,18 mit einander ohne Platin erhitzt, als wenn man sie auf dieses Metall einwirken lässt. Das oxygenirt-salzsaure Gas, welches aus Salzsäure durch Salpetersäure gebildet wird, verbindet sich ungefähr mit einem gleichen Volumen Wasserstoffgas, wenn es damit detonirt wird. *Davy.*

[H. Davy hat in der dritten der hier stehenden Abhandlungen diesen Faden weiter verfolgt, und über die Verschiedenheiten in dem oxygenirt-salzsauren Gas nach der verschiedenen Art der Entwickelung belehrende Aufschlüsse gegeben. *Gilbert.*]

hauptſächlich dadurch unterſcheiden, daſs ſie gröſstentheils *durch Waſſer zerſetzbar* ſind? In dieſer Hypotheſe lieſse ſich der Waſſerſtoff für die Baſis und die oxygenirte Salzſäure für das acidiſirende Princip der *Salzſäure* nehmen. Das *Phosphor-Sublimat, Libav's Flüſſigkeit* und die Verbindungen aus *Arſenik mit oxygenirter Salzſäure* laſſen ſich dann als ähnliche Körper anſehen und nicht als ſolche, deren acidiſirendes Princip oxygenirte Salzſäure iſt. Die Verbindungen der oxygenirten Salzſäure mit *Blei, Silber, Queckſilber, Kalium* und *Natronium* würden nach dieſer Anſicht eine Klaſſe von Körpern ausmachen, die in ihren Verwandtſchaften mehr Aehnlichkeit mit den Oxyden, als mit den Säuren haben. Die neuere chemiſche Nomenclatur iſt in Hinſicht dieſer Körper ſehr unvollkommen, hauptſächlich daher, weil man ſich über ihre Natur und Zuſammenſetzung falſche Begriffe gemacht hatte. Wenn die Unterſuchungen über ſie werden weiter geführt ſeyn, dürften die Fortſchritte in der Wiſſenſchaft es nöthig machen, die Nomenclatur hier weſentlich zu ändern *).

Höchſt wahrſcheinlich giebt es eine Menge von *Verbindungen des oxygenirt-ſalzſauren Gas mit verbrennlichen Körpern*, die noch nicht unterſucht worden ſind. Mit dem *Phosphor* ſcheint es ſich zum wenigſten nach drei verſchiedenen Verhältniſſen vereinigen zu können. Die phosphorhaltige

*) Vorſchläge dazu macht H. Davy in der zweiten dieſer Abhandlungen. *Gilbert.*

Salzſäure der Herren Gay-Luſſac und Thenard enthält den Phosphor im *Maximum*. Das kryſtalliſirte Phosphor-Sublimat und Libav's Flüſſigkeit, welche beim Verbrennen in dem oxygenirt-ſalzſauren Gas entſtehn, geben, wenn Waſſer auf ſie einwirkt, keinen Phosphor her; das Sublimat entwickelt aus ſich blos Phosphorſäure und Salzſäure, und Libav's Flüſſigkeit, wie ich glaube, blos phosphorige Säure und Salzſäure. Das Sublimat, welches beim Verbrennen des *Boraciums* [d. h. der Baſis der Boraxſäure] in oxygenirt-ſalzſaurem Gas aufſteigt *), giebt, wie ich glaube, blos Boraxſäure und Salzſäure, und man kann es für Boracium nehmen, das durch oxygenirt-ſalzſaures Gas acidiſirt iſt. Offenbar muſs jedesmal, wenn eine oxygenirt-ſalzſaure Verbindung durch Waſſer zerſetzt wird, das Oxyd, oder die Säure, oder das Alkali, oder der gebildete oxydirte Körper dem oxygenirt-ſalzſauren Gas, welches ſie enthielt, proportional ſeyn, da der Sauerſtoff und der Waſſerſtoff in einerlei Verhältniſs zu einander bleiben müſſen; und Verſuche über dieſe Verbindungen werden wahrſcheinlich auf einfache Mittel führen, die Miſchungsverhältniſſe in dieſen verſchiedenen Oxyden und Säuren und in den alkaliſchen Erden aufzufinden.

Setzt man das Gewicht des *Waſſerſtoffs* 1, ſo wird, nach der ſcharfſinnigen Idee des Herrn Dalton, das Gewicht des *Sauerſtoffs* ungefähr 7,5 ſeyn, der Zuſammenſetzung des Waſſers entſprechend; und beſteht das Kali aus gleichviel Theilchen

*) Vergl. *Annal.* Neue Folge. B. 5. S. 445. Gilbert.

Sauerstoff und Kalium, so wird das *Kali*, vorausgesetzt, dass es ungefähr 15,6 Procent Sauerstoff enthält, durch 48, und das *Kalium* durch 40,5 dargestellt, die *oxygenirte Salzsäure* aber durch 32,9, nach der Verbrennung von Kalium darin zu urtheilen, deren Detail man in meiner vorigen Baker'schen Vorlesung *) findet, und folglich das *salzsaure Gas* durch 33,9 **). Diese Schätzungen stimmen

*) *Annal.* voriger Band. S. 34 f. *Gilbert.*

**) [Dem gröfsten Theil meiner Leser wird dieses unverständlich seyn; es stehe daher hier die folgende Anmerkung, welche ich aus der zweiten dieser Abhandlungen Davy's hieher übertrage. Sie bezieht sich auf gegenwärtige Stelle und wird das nöthige Licht über sie verbreiten. *Gilbert.*]

„Ich habe von Herrn Dalton als von dem Urheber der Hypothese gesprochen, dass Wasser aus 1 Theilchen Sauerstoff und 1 Theilchen Wasserstoff bestehe; seitdem aber habe ich gefunden, dass diese Meinung schon in einem Werke vorgetragen wird, das im J. 1789 erschienen ist: *A comparative View of the Phlogistic and Antiphlogistic Theories, by William Higgins.* Herr Higgins hat in diesem durchdachten und geistreichen Werke manche glückliche Vermuthung über die Art gemacht, wie nach der Corpuscular-Hypothese die kleinsten Theilchen oder Molecule der Körper mit einander verbunden seyn können; und mehrere seiner Ansichten scheinen mir haltbarer zu seyn, wenn man seine Data annimmt, als alle, welche man seitdem aufgefasst hat. So z. B. sieht er das *Salpetergas* an, als bestehend aus 2 Theilchen Sauerstoff auf 1 Theilchen Stickstoff. Herr Higgins hat auch die Zusammensetzung des *Schwefel-Wasserstoffgas* aus der electrischen Zersetzung desselben richtig abgeleitet. In so fern der Wasserstoff sich mit andern Körpern unter allen in kleinster Menge verbindet, ist es am passendsten, ihn mit der Einheit zu bezeichnen; und dann ist die Proportion im *Ammoniak* 3 [Theilchen] Wasserstoff und 1 [Theilchen] Stickstoff, und die Zahl, welche die kleinste Proportion

überein mit den *specifischen Gewichten* des *oxygenirt-salzsauren* und des *gemeinen salzsauren Gas*.

ausdrückt, nach der sich Stickstoff, so viel wir wissen, verbindet, ist 13,4. Herr Dalton nimmt in seinem *New System of Chemical Philosophy* p. 336 und 436. als Zahl, welche das Gewicht des *Stickgas-Atoms* darstellt, 4,7 oder 5,1 an, und führt meine *Researches* als Belege dazu an; aber alle meine Untersuchungen, welche sich in diesem Werke über Salpetersäure, Salpetergas, oxydirtes Stickgas und die Zersetzung des salpetersauren Ammoniaks finden, stimmen viel näher mit der Zahl 13,4 zusammen. Nach Herrn Dalton enthält *salpetersaures Ammoniak* 1 Theilchen Säure auf 1 Theilchen Alkali, und *salpetersaures Kali* 2 Theilchen Säure auf 1 Theilchen Alkali; da aber ersteres bekanntlich ein saures und letzteres ein neutrales Salz ist, so muss vielmehr das Umgekehrte Statt finden. Er schätzt den Wassergehalt der *Salpetersäure* vom specif. Gewicht 1,54 auf 27,5 Procent; diese Säure aber ist nach ihm stärker, als die, welche er durch Zersetzung von geschmolzenem Salpeter (der nach ihm kein Wasser enthalten soll) durch Schwefelsäure erhielt, welche nur 19 Procent Wasser enthält, und von der mehr an Gewicht, als von der genommenen Schwefelsäure überging. Nach diesen Datis muss seine Angabe des Wassergehalts in der Salpetersäure nothwendig falsch seyn. Ich finde Wasser in geschmolzenem Salpeter, wenn ich ihn durch Boraxsäure zersetze. — Doch ich will mich in keine Untersuchung der Meinungen, Schlüsse und Resultate meines gelehrten Freundes hier einlassen, obgleich ich in den mehresten anderer Meinung seyn, auch gegen die Auslegung, die es ihm von meinen Versuchen zu machen gefallen hat, förmlich protestiren muss. Zu seiner Einsicht und Wahrheitsliebe habe ich das Zutrauen, dass er seine Ansichten berichtigen werde. Man muss den Scharfsinn und die Talente bewundern, welche Herr Dalton im Anordnen, Verbinden, Wägen, Messen und Gestalten seiner Atome zeigt; die wahre Theorie von den bestimmten Verhältnissen der Verbindungen darf aber nicht auf Speculationen über die letztern Theilchen der Materie gegründet werden. Sie findet eine sicherere

Es wiegen nemlich nach meinen Versuchen, nach gehöriger Reduction auf die mittlere Temperatur und den mittlern Barometerstand, 100 Kubikzoll oxygenirt-salzsaures Gas 74,5 Grains, und 100 Kubikzoll salzsaures Gas 39 Grains, indess nach jener Schätzung das Gewicht der erstern 74,6 und das der letztern 38,4 Grains betragen würde.

Kennt man nun noch die Zusammensetzung aller trocknen salzsauren Verbindungen, so ist es leicht, aus diesen Datis die Menge von Oxyd oder von Säure aufzufinden, welche jede derselben durch Einwirkung von Wasser hergeben muss, und folglich die Menge von Sauerstoff zu bestimmen, mit dem der verbrennliche Körper sich verbindet *).

Grundlage in den gegenseitigen Zersetzungen, wie sie Richter und Guyton de Morveau zwischen den Neutralsalzen wahrgenommen haben, und wie sie zwischen den Verbindungen aus Wasserstoff und Stickstoff, aus Stickstoff und Sauerstoff; und zwischen Wasser und oxygenirt-salzsauern Körpern vor sich gehn; ferner in dem Vielfachen, wonach der Sauerstoff in seinen Verbindungen mit Stickstoff, und nach Wollaston's und Thomson's Beobachtungen in den sauren Salzen vorhanden ist; und vor allem in der Zersetzung durch den Volta'schen Apparat, bei welcher Sauerstoff und Wasserstoff, Sauerstoff und verbrennliche Körper, Säuren und Alkalien etc. in constanten Verhältnissen von einander müssen geschieden werden." *Davy.*

[Es sey mir erlaubt, den Leser hierbei auf meine akadem. Abhandlung: *Dissert. historico-critica de mistionum chemicarum simplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis. Lips.* 1811. 4. und auf die Untersuchungen zu verweisen, auf die sie hindeutet. *Gilbert.*

*) Ich habe in meiner letzten Baker'schen Vorlesung festgesetzt, dass, wenn das *Ammoniak-Amalgam* sich zer-

Der Beweis, durch den ich in meiner vorigen Baker'schen Vorlesung darzuthun gesucht habe, daſs das Kalium beim Verbrennen nicht Kali-Hydrat

setzt, Wasserstoffgas und Ammoniakgas in dem Volumen-Verhältnisse von 1 : 2 erscheinen. Welche Theorie man sich auch über die Natur dieser auſserordentlichen Zusammensetzung macht, jede ist gleich genügend in Beziehung auf diese bestimmten Verhältnisse. Nimmt man an, daſs das Wasserstoffgas von Zersetzung des Wassers herrühre, so wird der Sauerstoff, den man im Ammoniak vorhanden denken muſs, genau hinreichen, den Wasserstoff eines gleichen Volumen Salzsäure zu neutralisiren. Oder will man das Ammonium für eine Verbindung von Ammoniak mit Wasserstoff nach dem Volumen-Verhältnisse von 2 : 1 nehmen, so werden gleiche Volumina salzsaures Gas und Ammoniakgas dieselbe Zusammensetzung hervorbringen, als oxygenirt-salzsaures Gas und Ammonium, vorausgesetzt, daſs diese sich mittelbar verbinden können. — Ich hatte geglaubt, die Erscheinungen der Metallisation lieſsen sich aus einer Modification der phlogistischen Theorie erklären, wenn man nemlich drei verschiedene Klassen metallischer Körper annehme: zur ersten gehöre das Ammonium, welches den Wasserstoff so locker gebunden enthalte, daſs er sich sehr leicht abscheide, und wegen der geringen Verwandtschaft seiner Basis zum Wasser, nur ein geringes Streben nach Verbindung mit dem Sauerstoff habe; zur zweiten die Metalle der Alkalien und der alkalischen Erden, in welchen der Wasserstoff mit mehr Kraft gebunden sey, aber im Verbrenneu, indem er Wasser bilde, von der Basis geschieden werden könne; zur dritten endlich die Metalle der Erden und die gewöhnlichen Metalle, die den Wasserstoff am stärksten bänden, und beim Vereinigen mit Sauerstoff Wasser bilden, das durch keine andern Verwandtschaften wieder geschieden werden könne. Aber durch die hier erzählten Erscheinungen, die sich beim Einwirken von Kalium und Natronium auf salzsaures Gas zeigen, scheinen diese Hypothesen, in sofern sie die Metalle der feuerbeständigen Alkalien betreffen, umgestoſsen zu werden.

Davy.

[sondern Kali] erzeugt, erhält eine grosse Stärke, wenn man die trocknen salzsauren Verbindungen für Verbindungen von oxygenirter Salzsäure mit verbrennlichen Körpern nimmt. In der That deutet die Menge von oxygenirter Salzsäure, welche das Metall bedarf, um ein salzsaures Salz hervorzubringen, darauf hin, dass der alkalische Körper darin die einfachste Form habe, die wir kennen, welches sich, wie es mir scheint, einem *experimentum crucis* nähert *). — Dies mit Alkohol bereitete und geglühte Alkali scheint ein *Kali-Hydrat* zu seyn, während das durch Verbrennen von Kalium gebildete Kali für ein *reines Metalloxyd* zu nehmen ist, welches ungefähr 19 Procent reines Wasser bedarf, um zu dem Hydrate zu werden.

Die *Kohle* ist von allen bekannten verbrennlichen Körpern der einzige, der sich nicht direct mit dem oxygenirt-salzsauren Gas verbindet; wir haben indess Grund zu glauben, dass der Wasserstoff eine Verbindung beider vermitteln könne. Ich bin nemlich geneigt, den *öhlartigen Körper*, der sich bindet, wenn oxygenirt-salzsaures und Oehl-erzeugendes Gas auf einander einwirken, für eine Tripel-Verbindung dieser gasförmigen Körper zu nehmen; denn es verbinden sich von allen dreien nahe gleiche Volumina mit einander. Auch finde ich, dass das so gebildete Oehl, wenn Kalium darauf ein-

*) In dem *Journal de Physique* ist dieses folgendermassen übersetzt: *Ce qui selon moi, approche d'une experience faite au creuset.* Gilbert.

wirkt, salzsaures Kali und ein Gas erzeugt, das ich mir indess noch nicht in hinlänglicher Menge habe verschaffen können, um die Natur desselben zu bestimmen. Der *künstliche Kampher* und der *Salzäther* scheinen, nach den artigen Versuchen der Herren Gehlen und Thenard zu urtheilen, Verbindungen ähnlicher Art zu seyn, die eine wahrscheinlich mit mehr Wasserstoff, die andere mit mehr Kohlenstoff.

Eine der wichtigsten Aufgaben in der technischen Chemie ist die *Zersetzung des salzsauren Natron* und des *salzsauren Kali*. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass diese neuen Ansichten uns zu einer genügenden Auflösung dieser Probleme führen werden. Kalium und Natronium haben eine sehr starke Verwandtschaft zu der oxygenirten Salzsäure; ihre Verwandtschaft zum Sauerstoff und die ihrer Oxyde zum Wasser ist nicht geringer. Ebenfalls sind die Verwandtschaften des oxygenirt-salzsauren Gas zum Wasserstoff und des salzsauren Gas zum Wasser sehr mächtig. Es müsste also in allen Fällen, in welchen man versuchen wollte, das Alkali hervorzubringen, Wasser gegenwärtig seyn. In dieser Ansicht ist es leicht, die Zersetzung des salzsauren Natron durch thonerdige oder kieselerdige Körper zu erklären, die, wie man weiss, nur dann wirken, wenn sie Wasser enthalten. Wahrscheinlich verbindet sich hier das Natronium mit dem Sauerstoff des Wassers und mit der Erde zu einer Art von Glas, und die oxygenirte Salzsäure mit dem Wasserstoff

des Waſſers zu ſalzſaurem Gas. — Eben ſo leicht erklärt ſich die Zerlegung des Kochſalzes durch *genäſste Bleiglätte*, deren Theorie die ſcharfſinnigſten Chemiker in Verlegenheit geſetzt hat. Sie läſst ſich durch zuſammengeſetzte Verwandtſchaften bewirkt denken. Das Blei bemächtigt ſich der oxygenirten Salzſäure, und das Natronium verbindet ſich mit dem Sauerſtoff der Glätte und mit dem Waſſer zu Natron-Hydrat, welches allmählig Kohlenſäure aus der Luft an ſich zieht. — Da auch das *Eiſen* groſse Verwandtſchaft zur oxygenirten Salzſäure hat, ſo verſuchte ich, dieſe Säure in Dampfgeſtalt über eine ſtark erhitzte Mengung von Eiſenfeile und Kochſalz wegzutreiben; und in der That gelang es mir auf dieſe Weiſe, einen Theil des Salzes zu zerſetzen. Es entwickelte ſich dabei Waſſerſtoffgas, und es entſtand, auſser ein wenig Natron-Hydrat, ſalzſaures Eiſen.

Sind die hier entwickelten Anſichten die richtigen, ſo dürfen wir ſelbſt hoffen, durch zuſammengeſetzte Verwandtſchaften das Kalium und Natronium aus ihren oxygenirt-ſalzſauern Verbindungen in Metallgeſtalt dargeſtellt zu ſehen. Es käme hauptſächlich nur darauf an, einen in dem Grade der Flüchtigkeit von ihnen ſehr verſchiedenen Körper aufzufinden, der ſich mit ihnen verbände, während ein anderer Körper ſich der in ihnen enthaltenen oxygenirten Salzſäure bemächtigte.

Ehe ich diese Materie verlasse, sey es mir vergönnt, noch *einige theoretische Beziehungen* zu berühren.

Ein grösstentheils aus *oxygenirter Salzsäure* und *Ammoniak* (zwei bisher für unvereinbar gehaltenen Substanzen) bestehender Körper, der der Zersetzung mit so grosser Kraft widersteht, dass kaum irgend ein chemisches Wirkungsmittel ihn anzugreifen vermag *), ist eine Erscheinung ganz neuer Art. Es bilden hier drei Substanzen (zwei permanente Gasarten und eine dritte sehr flüchtige Substanz) eine Verbindung, welche bis zum Weissglühen erhitzt, weder schmelzt noch verflüchtigt wird. Dass das Ammoniak in einer solchen Hitze fix bleibt, würde niemand erwartet haben; und dass es in ihr gar mit oxygenirter Salzsäure in Verbindung bleibt, müsste nach allen Analogien, die wir in der Chemie haben, unglaublich scheinen. Und doch sind die Versuche, aus welchen ich diese Folgerungen gezogen habe, gleichförmig in ihren Resultaten, und lassen sich leicht wiederholen. Sie scheinen anzuzeigen, dass der Satz, den man gewöhnlich in der Chemie annimmt: dass, je zusammengesetzter die Verbindungen sind, sie desto leichter zersetzt werden können, — nicht hinlänglich begründet ist. Der aus oxygenirter Salzsäure, Phosphor und Ammoniak zusammengesetzte Körper gleicht in seinen allgemeinen chemischen Charakteren einem Oxyde, wie z. B. dem des Columbiums, und wird beim Be-

*) Vergl. oben S. 6 f. *Gilbert.*

handeln mit den gewöhnlichen Reagentien nicht angegriffen. Nimmt man das Verbrennen und die Einwirkung des glühend schmelzenden Kali's aus, so würde es an einem Mittel fehlen, die Natur desselben durch irgend eine der gebräuchlichen Methoden der Analyse zu entdecken.

Sollte es hierdurch nicht wahrscheinlich werden, daſs viele von den Körpern, welche wir bis jetzt für chemisch-einfach halten, sich auf einfachere Formen der Materie werden zurückführen lassen? und daſs sehr groſse Stärke der Verwandtschaft und Gleichgewicht der Anziehungen einem aus mehreren Bestandtheilen gebildeten Körper den Charakter der Unangreifbarkeit geben können, welchen man allgemein der Einfachheit seiner Constitution oder der homogenen Natur seiner Theile zuschreibt?

Es ist wahrscheinlich, daſs sich aus Oxyden, Alkalien oder Erden Zusammensetzungen mit den oxygenirt-salzsauren Verbindungen, oder aus diesen Verbindungen unter einander selbst bilden lassen, welche von derselben Natur, als das Phosphor- und Ammoniak-Sublimat und die ähnlichen Verbindungen sind, von denen wir geredet haben. Sollte dieses der Fall seyn, so würden diese neuen Thatsachen, welche auf den ersten Anblick widersprechend zu seyn scheinen, die feinsten Analogieen der chemischen Naturforschung erweitern. Denn gehörte die oxygenirte Salzsäure mit dem Sauerstoff wirklich zu derselben Klasse von Körpern,

so

so liesse sich vermuthen, dass, so wie der Sauerstoff selbst keine Säure ist, aber im Verbinden mit gewissen verbrennlichen Körpern Säuren, mit andern Oxyde, erzeugt, so auch die oxygenirte Salzsäure durch ihre Vereinigung mit verbrennlichen Körpern entweder Säuren, wie das mit dem Wasserstoff der Fall ist, oder den Oxyden ähnliche Verbindungen, wie z. B. den oxygenirt-salzsauren Phosphor oder das oxygenirt-salzsaure Zinn hervorbringe.

In dem Kreise der Volta'schen Batterie wird die oxygenirte Salzsäure eben so, wie der Sauerstoff, nach der positiven Oberfläche hin gezogen; und in der Hypothese eines Zusammenhangs zwischen den chemischen Anziehungen und den electrischen Kräften entsprechen ihre Kräfte der Verbindung, alle denen eines in hohem Grade negativen Körpers. Sie scheint ihren negativen Charakter selbst den mehresten ihrer Verbindungen mitzutheilen, die mit den Alkali-Metallen, welche sich als im höchsten Grade positiv betrachten lassen, und die mit den übrigen Metallen ausgenommen, mit welchen sie unauflösliche Verbindungen macht.

a) *Neue Untersuchungen über den Schwefel und den Phosphor, als berichtigender Zusatz zu den früheren Vorlesungen.*

Noch sind mir einige Bemerkungen übrig, die sich auf die Baker'schen Vorlesungen der beiden letzten Jahre *) beziehen, vorzüglich auf das, was

*) *Annalen* N. F. B. 5. S. 278 f.; B. 6. S. 184 und 232.; und B. 7. S. 34. *Gilbert.*

ich in ihnen von dem Schwefel und dem Phosphor gesagt habe. Neue und genauere Untersuchungen haben mich in den Stand gesetzt, einiges zu berichtigen, was ich in ihnen vorgetragen habe, und anderem mehr Ausdehnung zu geben. Beides soll in aller Kürze geschehen.

Ich habe schon darauf aufmerksam gemacht, dass bei der Einwirkung des Kalium auf Schwefel und Phosphor und auf die Verbindungen beider mit dem Wasserstoff, die Resultate nach Verschiedenheit der Umstände etwas verschieden ausfallen. Ich will hier die Umstände anführen, durch die es mir möglich gewesen ist, gut zu beobachten.

Die gelehrten Untersuchungen des Dr. Thomson haben dargethan, dass der *Schwefel* in seinem gewöhnlichen Zustande eine geringe Menge einer Säure enthält. Ich hatte zwar bei meinen ersten Arbeiten geglaubt, natürlich krystallisirter Schwefel, der so eben in Stickgas sublimirt worden, sey von allen fremden Materien frey, und habe mich desselben zu meinen Versuchen bedient; ich muss aber vermuthen, dass diesem nicht so ist. Denn als ich beim Sublimiren von ein wenig ähnlichem Schwefel in Stickgas in den obern Theil der Retorte ein Lackmuspapierchen angebracht hatte, fand sich dieses leicht geröthet. — Ist die Retorte, in der man die Verbindung von Kalium und Schwefel bewerkstelligt, nicht innerlich mit Schwefel bekleidet, so wird etwas Kalium durch Einwirkung des Glases auf dasselbe zerstört, und hat man viel Schwefel genom-

men, so hält es sehr schwer, das entstandene Schwefel-Kalium durch eine Säure ganz zu zersetzen. Auch ist das *Schwefel-Wasserstoffgas* in Salzsäure auflöslich, ein Umstand, der gemacht hat, dass ich die Menge desselben, die sich in Versuchen dieser Art entbindet, zu klein geschätzt hatte *). — Bei meinen ersten Versuchen über die Einwirkung von Kalium auf Schwefel-Wasserstoffgas, nahm ich von beiden bedeutende Mengen; dann geht aber die Verbindung mit solcher Heftigkeit vor sich, dass ein großer Theil des Gas, wie ich vermuthen muss, zersetzt wird, und dadurch musste ich in meinen Schlüssen über diese interessante Operation irre geführt werden.

Zu allen meinen neuen Versuchen mit Schwefel oder Schwefel-Wasserstoffgas habe ich Salzsäure genommen, die ich über Quecksilber mit Schwefel-Wasserstoff gesättigt hatte, und Schwefel, welchen ich aus Schwefelkies im luftleeren Raume überdestillirt hatte, und durch den Lackmuspapier nicht in

*) Dieses ist den Herren Gay-Lussac und Thenard nicht entgangen, und wird von ihnen in einem Aufsatze im Decemberstück des *Journ. de Phys.* [*Annal. Neue Folge* B. 5. S. 292.] angezeigt, in welchem sie darzuthun suchen, dass während des Einwirkens des Schwefels auf Kalium unter allen Umständen, man habe viel oder wenig Schwefel genommen, sich genau dieselbe Menge von Gas entbindet, welche das angewendete Metall durch Einwirken auf Wasser würde entwickelt haben. Es ist mir nicht gelungen, so genaue Resultate zu erhalten, und ich habe in demselben Journal [*Annal.* ebendas. B. 6. S. 232.] einige Bemerkungen über diese Untersuchungen bekannt gemacht.

Davy.

geringſten geröthet wurde. Dieſen Schwefel habe ich mit Kalium verbunden in Retorten aus grünem Glaſe, oder *plate-glaſs*, die inwendig mit Schwefel überzogen und mit ſehr reinem Stickgas oder Waſſerſtoffgas gefüllt waren. Beim Einwirken von Kalium auf Schwefel-Waſſerſtoffgas habe ich nicht mehr als 1 bis 3 Kubikzoll von dieſem Gas genommen, und die Verbindung über trocknem Queckſilber in engen, umgebogenen Röhren aus grünem Glaſe bewerkſtelligt. Aller dieſer Vorſicht ungeachtet, und obgleich ich eine groſse Menge dieſer Verſuche machte, gelang es mir doch nicht, zu vollkommen gleichförmigen Reſultaten zu gelangen; ſie ſtimmen indeſs hinlänglich unter einander überein, um mich in den Stand zu ſetzen, Folgerungen aus ihnen zu ziehen, die ich wagen darf, für nicht weit von der Wahrheit abweichend auszugeben.

Wenn man 1 Grain Kalium, der mit Waſſer $1\frac{1}{10}$ Kubikzoll Waſſerſtoffgas geben würde, mit ungefähr $\frac{1}{2}$ Grain *Schwefel* erhitzt, ſo ſublimirt ſich ein wenig Schwefel, während die Verbindung vor ſich geht, die ſtets mit Wärme- und Licht-Entbindung verbunden iſt, und es entbindet ſich $\frac{1}{14}$ bis $\frac{1}{10}$ Kubikzoll Schwefel-Waſſerſtoffgas. Läſst man auf die Verbindung Salzſäure einwirken, die mit Schwefel-Waſſerſtoff geſchwängert iſt, ſo erhält man $\frac{9}{10}$ bis $1\frac{1}{10}$ Kubikzoll reines Schwefel-Waſſerſtoffgas. — Hat man eine groſse Menge Schwefel, z. B. 3 bis 10 Mahl ſo viel als Kalium, dem Gewichte nach, genommen, ſo entbindet die Säure nur $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Ku-

bikzoll Schwefel-Wasserstoffgas; bedient man sich aber der Vorsicht, zuvor von der Verbindung den überflüssigen Schwefel überzutreiben, so erhält man eine Gasmenge, die nur äusserst wenig geringer, als die im vorigen Falle ist. — Nach allen Erscheinungen, die ich bei meinen zahlreichen Versuchen wahrgenommen habe, muss ich schliessen, dass Schwefel und Kalium, wenn sie unter den gewöhnlichen Umständen mit einander erhitzt werden, sich nur nach einem einzigen Verhältnisse mit einander verbinden, und zwar nach dem Gewichts-Verhältnisse von 3 Theilen Metall auf 1 Theil Schwefel. In ihr sind die Verhältnisse so, dass beim Verbrennen der Verbindung neutrales schwefelsaures Kali entsteht.

Durch Einwirken von 1 Grain Kalium auf ungefähr 1,1 Kubikzoll *Schwefel-Wasserstoffgas* wird aller Wasserstoff in Freiheit gesetzt, und es bildet sich Schwefel-Kalium, welches ¼ Schwefel enthält, und genau dasselbe ist, das durch unmittelbares Verbinden des Schwefels mit dem Metall entsteht. — Nimmt man mehr Schwefel-Wasserstoffgas, so findet eine Absorption dieses Gas Statt; es wird davon ein dem sich entbindenden Wasserstoffgas ungefähr gleiches Volumen verschluckt, und es entsteht eine Zusammensetzung aus Schwefel-Wasserstoff und Schwefel-Kalium, die beim Einwirken einer Säure ungefähr die doppelte Menge von Gas, als das reine Schwefel-Kalium hergiebt.

Auch der *Phosphor* und das Kalium verbinden sich nur nach einem einzigen Verhältnisse, in so verschiedenen Mengen man sie auch mit einander erhitzt; durch eine grosse Menge von Versuchen, glaube ich, mich davon überzeugt zu haben. Und zwar verbindet sich 1 Grain Kalium mit $\frac{3}{8}$ Grain Phosphor, und Salzsäure entbindet beim Einwirken auf das so gebildete Phosphor-Kalium $\frac{8}{10}$ bis 1 Kubik Zoll Phosphor-Wasserstoffgas.

Es werden von $\frac{1}{4}$ Grain Kalium ungefähr 3 K. Z. *Phosphor-Wasserstoffgas* zersetzt, und dabei über 4 K. Z. Wasserstoffgas entbunden; und das so entstehende Phosphor-Kalium scheint von gleicher Natur mit dem zu seyn, das durch directe Verbindung des Metalls mit Phosphor entsteht.

Wenn man, nach den Ideen des Hrn. Dalton über die Proportionen in den Verbindungen, die Menge, in welche der *Schwefel* in seine Verbindungen eingeht, nach seiner Vereinigung mit dem Kalium bestimmt, worin er $\frac{1}{4}$ des Gewichts auszumachen scheint, so würde er durch die Zahl 13,5 dargestellt werden. — Ich habe neuerlich das *Schwefel-Wasserstoffgas* und das *schwefligsaure Gas* mit grosser Sorgfalt *gewogen*; bei mittlerem Luftdruck und mittlerer Temperatur finde ich das specifische Gewicht des *Schwefel-Wasserstoffgas* 1,0645, welches nur sehr wenig von Kirwan's Schätzung abweicht; und das specif. Gewicht des *schwefligsauren Gas* 2,0967. — Das Schwefel-Wasserstoffgas enthält, wie ich gezeigt habe, ein

dem seinigen gleiches Volumen Wasserstoffgas in sich, und nach diesen Datis, muss die Zahl, welche den *Schwefel* darstellt, 13,4 seyn. — Ich habe nie dahin gelangen können, Schwefel in Sauerstoffgas zu verbrennen, ohne dass etwas Schwefelsäure entstand; aber in vielen Versuchen habe ich auf 100 Maass Sauerstoffgas 92 bis 98 Maass schwefligsaures Gas erhalten; ich glaube daher, dass *schwefligsaures Gas* aus Schwefel, in ein dem seinigen gleiches Volumen Sauerstoffgas aufgelöst, besteht, und dass es ungefähr die Zahl 13,7 geben würde. *) Betrachtet man das schwefligsaure Gas als 1 Proportion Schwefel und 2 Sauerstoff enthaltend; so findet keine wesentliche Abweichung zwischen diesen Schätzungen Statt.

Ich habe mehrere Versuche über das *Verbrennen* von *Phosphor* in Sauerstoffgas angestellt. Aus den mit der mehrsten Sorgfalt angestellten muss ich schliessen, dass 25 Theile Phosphor beim Ver-

*) Die Schätzung nach der Zusammensetzung des Schwefel-Wasserstoffgas ist für die genauste zu nehmen, und die nach der Bildung des Schwefel-Kalium für die am wenigsten genaue; denn die Zusammensetzung des Schwefel-Kaliums beruht nur auf Versuchen mit kleinen Mengen Schwefel und Kalium und darauf, dass ich das Verhältniss aufsuchte, bei welchem sich kein nicht-gebundner Schwefel abdestilliren liess. — In meiner letztern *Baker*'schen Vorlesung habe ich das Gewicht von 100 Kubikzoll *Schwefel-Wasserstoffgas* auf 35 Grains geschätzt, welches nicht weit von dem Mittel zwischen den Wägungen Kirwan's und Thenard's abwich. Nach diesem letztern Versuche besteht der Schwefel-Wasserstoff aus 1 Proportion Wasserstoff, die durch 1, und aus 1 Schwefel, die durch 13,4 dargestellt wird. *Davy.*

brennen ungefähr 34 Theile Sauerstoff, dem Gewichte nach gerechnet, verschlucken; und betrachten wir die Phosphorsäure als zusammengesetzt aus 3 Proportionen Sauerstoff und 1 Proportion Phosphor, so wird der Phosphor ungefähr durch die Zahl 16,5 dargestellt, welches nicht weit von der Zahl abweicht, die sich aus der Zusammensetzung des Phosphor-Kaliums herleiten läfst.

Die Zahlen, welche die Proportionen darstellen, nach denen Schwefel und Phosphor sich mit andern Körpern verbinden, sind von der Art, dafs sie nicht das Vorhandenseyn von Antheilen gebundnen Sauerstoffs und Wasserstoffs in diesen Körpern ausschliefsen; aber es ist die Frage, ob nicht die Meinung irrig ist, die ich hatte, dafs das brennbare Gas, welches durch Electricität aus diesen Körpern abgeschieden wird, wesentlich nöthig zu der eigenthümlichen Form ist, unter der diese Körper existiren. Der *Phosphor* kann eine feste Hydrure bilden, wie ich in der letzten Baker'schen Vorlesung gezeigt habe. Ein Theil des aus Schwefelkiesen überdestillirten *Schwefels* pflegt von einer weichen Consistenz zu seyn, und nach Schwefel-Wasserstoff zu riechen, und enthält wahrscheinlich diesen Körper. Es ist nicht unwahrscheinlich, dafs der Phosphor und der Schwefel immer kleine Antheile Phosphor-Hydrure und Schwefel-Hydrure enthalten, und das Entstehn einer kleinen Menge Schwefelsäure bei langsamen Verbrennen des Schwefels, steht wahrscheinlich mit der Erzeugung von Wasser im Zusammenhange. Obgleich man

noch nie *Schwefel - Oxyd* und *Phosphor - Oxyd* rein dargestellt hat, so müssen sich doch diese Körper unter gewissen Umständen bilden können, der Lehre von den bestimmten Proportionen zu Folge, und ich bin nicht abgeneigt zu glauben, dass sie manchmal in kleinen Mengen in dem gewöhnlichen Phosphor und dem gewöhnlichen Schwefel zugleich mit Wasserstoff vorhanden sind; und dass die variablen Eigenschaften dieser Körper daher rühren.

Der Phosphor ist an Farbe ziemlich verschieden, und so auch der Schwefel. Die rothe Farbe, welche der gewöhnlich präparirte Phosphor zu haben pflegt, rührt wahrscheinlich von ein wenig beigemengtem Oxyde her. Der Stangenschwefel ist mehrentheils sehr blasgelb, der Schwefel aus Sicilien orangegelb, und der beim Ueberdestilliren aus Schwefelkiesen im luftleeren Raume zuletzt übergehende blos grünlich - gelb. Nach meinen letzten Arbeiten, so wie nach meinen frühern Untersuuchngen muss ich vermuthen, dass der Schwefel aus Sicilien eine merkbare Menge Sauerstoff enthält, welche wahrscheinlich auf Gegenwart von Schwefel-Oxyd beruht, womit sich beim Destilliren schweflige Säure, oder selbst Schwefelsäure erzeugen kann.

Wenn *Schwefel* und *Phosphor* Sauerstoff und Wasserstoff in bestimmten Verhältnissen enthalten, so müsse sich, vermuthete ich, ihre Gegenwart während des Einwirkens von *oxygenirt-salzsaurem Gas* auf sie offenbaren. Dieses veranlasste mich zu einigen Versuchen. Bei dem ersten Versuche hatte

ich 5 Grain Stangenschwefel genommen, und das oxygenirt-salzsaure Gas in dem Recipienten, aus welchem ich es in die luftleere Retorte steigen liefs, mit lauem Wasser gesperrt; es entstanden in diesem Fall über ½ Kub. Zoll Sauerstoffgas und ungefähr 2 K. Z. salzsaures Gas. Da es mir schien, es sey in diesem Versuche Wasserdampf zersetzt worden, sperrte ich das Gas in dem folgenden Versuche mit kaltem Wasser und trocknete es mit salzsaurem Kalke, und nun erschien, obgleich ich 5 Grain Schwefel aus Sicilien genommen hatte, gar kein Sauerstoffgas und kaum ½ K. Z. salzsaures Gas; 16 bis 17 Kub. Zoll oxygenirt-salzsaures Gas waren verschwunden; aller Schwefel hatte sich in dem Gas sublimirt, und die tropfbare Flüssigkeit, die sich durch diese Sublimation bildet, war von Farbe orangengelb wie Leder. Sie scheint, nach diesen Umständen zu urtheilen, zu bestehen aus 1 Proportion Schwefel, der durch 13,5, und 1 Proportion oxygenirt-salzsaurem Gas, das durch 32,9 dargestellt wird. — Während des Verbrennens von Phosphor in oxygenirt-salzsaurem Gas entband sich kein Sauerstoffgas; auch kann ich nicht behaupten, dafs sich Salzsäure gebildet habe; durch Verschluckung von ungefähr 23½ Kub. Zoll oxygenirt-salzsaurem Gas, verwandelten sich die 3 Grain Phosphor ganz in ein Sublimat, welches hiernach bestehen mufs aus 3 Proportionen oxygenirt-salzsaures Gas, dargestellt durch 98,1, und 1 Proportion Phosphor, dargestellt durch 16,5.

II.

Ueber einige der Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas und des Sauerstoffs mit andern Körpern,

und

über die chemischen Beziehungen, worin diese Principe zu den verbrennlichen Körpern stehen,

von

Humphry Davy, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät zu London am 15. Nov. 1810.) *)

In meiner letzten Vorlesung habe ich die Ehre gehabt, der königl. Societät eine Reihe von Thatsachen mitzutheilen, welche mich geneigt machten zu glauben, der Körper, den wir in der neuern Chemie uneigentlich *oxygenirt-salzsaures Gas* nennen, sey bis jetzt noch nicht zerlegt worden, sey vielmehr für einen chemisch-einfachen, in mehrern seiner Eigenschaften dem Sauerstoffgas ähnlichen Körper zu halten. Bei meiner heutigen Vorlesung habe ich zur Absicht, der königl. Societät im Detail die Versuche mitzutheilen, welche ich ange-

*) Frei übersetzt aus dem Originale, nach einem einzelnen Abdrucke aus den *Philosophical Transactions of the Roy. Soc. of London.* London 1811. 35 S. 8., welchen ich Herrn Davy selbst verdanke. *Gilbert.*

ſtellt habe. um die Natur, die Eigenſchaften und die Verbindungen dieſes merkwürdigen Körpers, und die Verwandtſchaften deſſelben zu den verbrennlichen Körpern, Vergleichungsweiſe mit denen des Sauerſtoffs noch mehr aufzuklären; und auf ihnen mögen einige allgemeine Anſichten und Schlüſſe folgen, welche die chemiſchen Kräfte verſchiedener Arten von Materie, und die Verhältniſſe betreffen, in denen ſich dieſe Materien mit einander verbinden. Ich habe mich, ſeit der letzten Sitzung der Societät, faſt anhaltend mit dieſen Unterſuchungen beſchäftigt; doch reichte dieſe Zeit nicht hin, irgend eine derſelben ganz zu vollenden. Ich ſchmeichle mir indeſs, daſs bei Gegenſtänden, die nicht nur für die höhern Regionen der chemiſchen Phyſik, ſondern auch für die ökonomiſchen Anwendungen der Chemie, von ſo groſser Wichtigkeit ſind, auch dieſe noch unvollkommenen Arbeiten nicht unwillkommen ſeyn werden.

1) Ueber die Verbindungen des oxygenirt-ſalzſauren Gas und des Sauerſtoffes mit den Metallen aus den feuerbeſtändigen Alkalien.

Wie groſs die Intenſität der Verwandtſchaft des *Kaliums* zu dem *oxygenirt-ſalzſauren Gas* iſt, läſst ſich daraus abnehmen, daſs das Kalium ſich in dieſem Gas von ſelbſt entzündet, und dann mit vieler Lebhaftigkeit *verbrennt*. Ich habe mich durch mehrere mühſame Verſuche überzeugt, daſs während dieſes Verbrennens kein Waſſer abgeſchieden

wird; dass 1 Grain Kalium dabei ungefähr 1,2 Kub. Zoll oxygenirt-salzsaures Gas von mittlerem Druck und mittlerer Temperatur verschluckt; und dass beide Körper mit einander in eine neutrale Verbindung treten, welche sich nicht verändert, wenn man sie schmelzt.

Bei den Versuchen, aus denen ich diese Schlüsse ziehe, lag das Kalium in einem Schälchen (*tray*) von Platin; es wurde in einem luftleeren Gefässe erhitzt, damit es zuvor alles Wasser zersetzen sollte, welches die Kali-Rinde einschluckt, die sich auf dem Kalium, während es mit der Luft in Berührung ist, bildet, und das oxygenirt-salzsaure Gas wurde zuvor durch salzsauren Kalk von allem Wasserdampfe befreyt. Bedeutende Massen von Kalium entzünden sich im oxygenirt-salzsauren Gas nicht, ohne darin erhitzt zu werden; und so oft ich das Kalium auf dem Glase der Retorte selbst schmolz, zersprang die Retorte; ja dieses geschah selbst zweimahl, als ich das Platinschälchen brauchte; mit solcher Heftigkeit geht das Verbrennen vor sich. Hat man das oxygenirt-salzsaure Gas nicht zuvor von Wasserdampf befreyt, oder ist das Kalium unmittelbar zuvor mit der Luft in Berührung gewesen, so setzt sich in beiden Fällen während des Verbrennens ein wenig Feuchtigkeit ab. Sind aber das Kalium und das oxygenirt-salzsaure Gas beide rein, so entsteht, (wie ich angegeben hatte,) blos eine Verbindung aus beiden, und zwar dieselbe, welche man durch Glühen von salzsaurem Kali erhält.

In Sauerstoffgas *verbrennen* Kalium und Natronium mit weit geringerer Lebhaftigkeit, als im oxygenirt-salzsauren Gas. Diese und einige andre Erscheinungen ließen mich vermuthen, dass beide Metalle eine geringere Verwandtschaft zum Sauerstoff als zu dem oxygenirt-salzsauren Gas haben; und einige Versuche, die ich angestellt habe, bewiesen, dass dieses in der That der Fall ist. Doch ehe ich in das Detail derselben eingehe, muss ich die Natur der Verbindungen des Kalium und des Natronium mit dem Sauerstoffe, und des Kali und Natron mit dem Wasser, vollständiger untersuchen, als es bis hierher geschehen ist.

Ich habe in meiner letzten Baker'schen Vorlesung angeführt, dass *Kalium* und *Natronium* beim Verbrennen in *Sauerstoffgas* Kali und Natron in einem Zustande äusserster Trockenheit, in welchem sie sehr schwer zu schmelzen sind, hervorbringen *). Ich bediente mich, wie ich angegeben habe, bei den Versuchen, aus denen ich diesen Schluss zog, der Schälchen aus Platin, und da ich fand, dass dieses Metall dabei oxydirt wurde, erhitzte ich die Retorte stark, um allen Sauerstoff, den das Platin verschluckt hatte, wieder auszutreiben; wenn ich diese Vorsicht nicht brauchte, fand ich immer viel mehr Sauerstoffgas verschluckt, als sich durch Erzeugung der beiden Alkalien erklären

*) Der Leser findet diese Baker'sche Vorlesung Davy's in Band 7. der N. F. dieser *Annalen*, und die Stelle, welche Hr. Davy hier meint, N. F. B. 7. S. 58 f. Gilbert.

ließ. Jedesmahl, wenn ich Kalium oder Natronium in *atmosphärischer Luft* bei mäßigem Erwärmen verbrannt habe, fand ich, daß die ersten Producte äußerst schmelzbare, röthlich braune Körper waren, welche im Wasser ein lebhaftes Aufbrausen bewirkten, und bei starkem Erhitzen an der Luft, auf Platin, zu trocknen Alkalien wurden; Erscheinungen, welche mich verleiteten, sie in den frühern Zeiten dieser Untersuchungen für erste Oxyde (*prot-oxides*) *) von Kalium und Natronium zu halten. Da ich aber in der Folge fand, daß sie mit Eisenfeilen verbrennen, und daß sie Platin und Silber schnell oxydiren, so ließ ich meine Meinung über sie unbestimmt, bis ich ihre Natur genauer würde untersucht haben.

Diese Oxyde haben seitdem die Aufmerksamkeit der Herren Gay-Lussac und Thenard auf sich gezogen, wie ich aus dem Moniteur 5. Juli 1810 **) ersehe, und diese geschickten Chemiker haben entdeckt, daß es *Oxyde im Maximo* (*paroxydes*) des *Kaliums* und des *Natroniums* sind, von denen das erste, nach ihnen, 3 mahl so viel Sauerstoff als das Kali, und das zweite 1½ mahl so viel Sauerstoff als das Natron enthalten.

*) Ich übersetze diesen Ausdruck hier nicht durch *Oxydül*, weil bei Körpern, die mehr als zwei Oxyde haben, dadurch Zweideutigkeit entstehen würde. Das nach dem Oxydül folgende Oxyd müßte dann das erste Oxyd u. s. f. genannt werden, wodurch man mit der Thomson'schen von Davy angenommenen Bezeichnungsart der Oxyde in Widerspruch kommen würde. *Gilbert.*

**) Uebersetzt in Band 6. dieser *Annalen* S. 285. *Gilbert.*

Diese interessanten Resultate haben sich mir im Allgemeinen bestätigt, obgleich ich kein Mittel habe auffinden können, den Sauerstoffgehalt dieser neuen Oxyde genau zu bestimmen. Werden sie auf einem Metall gebildet, so geht stets eine starke Oxydirung dieses Metalls vor sich, selbst des Platins. Als ich das Platinschälchen mit geschmolzenem salzsaurem Kali überzogen hatte, verschluckten in einem Versuche 2 Grains *Kalium* 2,6 Kubikzoll Sauerstoffgas; dagegen in einem andern Versuche 1 Grain *Natronium* 1,63 Kubikzoll Sauerstoffgas; und doch bin ich geneigt zu glauben, daſs zugleich mit den Oxyden im Maximo auch etwas Alkali *) entstanden sey. Das Barometer stand während dieser Versuche auf 30,12 Zoll, das Thermometer auf 62° F. In dem zweiten Versuche hatte die Schneide des Platinschälchens auf das Natronium eingewirkt und war oxydirt **). Die Farbe dieser auf salzsaurem Kali gebildeten Oxyde im Maximo war bei dem aus dem Kalium glänzend Orange, und bei dem aus dem Natronium dunkles Orange. Mit Wasser oder mit Säuren gaben sie Sauerstoff her, und beim Erhitzen

*) Das heiſst, Kali- und Natron-Hydrat, welche die Oxyde im Minimo enthalten. Gilbert.

**) Nach den Herren Gay-Lussac und Thenard verschlucken Kali und Baryt Sauerstoff beim Erhitzen. Die Einwirkung der feuerbeständigen Alkalien und des Baryts auf Platin scheint mir daher auf der Bildung dieser ihrer Oxyde im Maximo zu beruhen; eine Bemerkung, die ohne Zweifel diese geschickten Chemiker in der umständlicheren Erzählung ihrer Versuche schon werden gemacht haben. Davy.

mit einem metallischen oder brennbaren Körper verwandelten sie sich in Alkali, wie die Herren Gay-Lussac und Thenard beides angeben. Sie verdicken die fixen Oehle, und bilden eine Verbindung mit ihnen, welche Curcume-Papier ohne Hinzufügen von Wasser nicht röthet.

Bringt man in Röhren aus reinem Glase *Kalium* mit *geschmolznem Salpeter* in Berührung, so entsteht blos ein leichtes Funkenwerfen (*scintillation*), und der Salpeter wird rothbraun. Es entsteht dabei Stickgas, und es bildet sich das Kalium-Oxyd im Maximo. Ich hoffte, wenn ich das sich entbindende Stickgas und das Sauerstoffgas, welches aus dem entstandenen Kalium-Oxyd durch Wasser entwickelt wird, mäſse, würde ich das Mischungs-Verhältniſs dieses Oxyds im Maximo genau auffinden können. Aber 1 Grain Kalium entbindet hierbei nur $\frac{16}{100}$ Kubikzoll Stickgas, und das rothe Oxyd [das Kalium-Oxyd im Maximo] beim Einwirken auf Wasser weniger als $\frac{1}{2}$ Kubikzoll Sauerstoffgas, daher wahrscheinlich in dieser Operation Kali zugleich mit dem Oxyd im Maximo gebildet wird. — Bringt man mit geschmolznem Salpeter *Natronium* in Berührung, so entsteht ein heftiges Verbrennen. In zwei Versuchen mit 1 Grain Metall zersprangen die Glasröhren mit der Heftigkeit einer Explosion. Mit $\frac{1}{2}$ Grain Natronium glückte es mir, die festen Producte des Verbrennens zu erhalten; aber es hatte sich kein Peroxyd gebildet, denn aus der Masse entwickelte sich im Wasser kein Sauerstoffgas.

Wird *Kalium* in einer Retorte aus reinem Glase *verbrennt*, so ist das Product zum Theil Kali, zum Theil Peroxyd, und bei langem Rothglühen wird das Peroxyd ganz zersetzt. — Als ich 1 Grain Kalium allmählig in *Sauerstoffgas* in einer kleinen grünen Glasretorte erhitzte, verbrannte es langsam und mit einer schwachen Flamme, und es wurden $\frac{9}{10}$ Kubikzoll Sauerstoffgas verschluckt; ich brachte darauf die Retorte zum heftigen Glühen, und es wurden $\frac{38}{100}$ Kubikzoll Sauerstoffgas wieder ausgetrieben; Barometerstand 30,1 Zoll, Thermometerstand 63° F.

Nimmt man die *electrische Zersetzung* des *Kali* und des *Natron* mit einer Volta'schen Batterie von 500 bis 1000 Plattenpaaren in voller Wirksamkeit vor, so verbrennen die Metalle in dem Augenblicke, wenn sie entstehn, und bilden die Peroxyde; und aus Ritter's Versuchen wird es wahrscheinlich, dass diese Körper *) gleichfalls im Kali in der Kette des Volta'schen Apparats an der positiven Oberfläche entstehen können. — In meinen frühern Versuchen über das Kalium und Natronium hielt ich die schmelzbaren Substanzen, welche in dem Volta'schen Kreise in den beiden Alkalien an der negativen Oberfläche entstehen, so gut wie die, welche sich bilden, wenn die Metalle der Alkalien der Wärme und der Luft ausgesetzt werden, für Oxydule (prot-oxydes), und für ähnlich den Pro-

*) d. h. die Peroxyde oder Oxyde im Maximo. Gilbert.

ducten, die beim Erhitzen der Alkali-Metalle mit geringen Mengen Alkalien entstehen. Diese letzten Operationen, in denen, wie ich glaubte, Oxydüle entständen, habe ich wiederholt. Werden *Kalium* oder *Natronium* mit der Hälfte ihres Gewichts an glühend geschmolznem Kali oder Natron in Glasröhren erhitzt, so verwandelt sich zuerst ihre Farbe in glänzend Lasurblau, dann entwickelt sich eine Menge Wasserstoffgas, und zuletzt bildet sich eine graue, cohärente, in starker Rothglühehitze nicht schmelzbare Masse, welche beim Einwirken von Wasser Wasserstoffgas entbindet. Ob diese Massen wahre Oxydüle (erste Oxyde) sind, oder bloße Mengungen der Alkali-Metalle mit den Alkalien, (vielleicht mit Silicum aus dem Glase vermischt,) unternehme ich jetzt nicht zu entscheiden. — Kalium, das auf dieselbe Art mit geschmolznem Kali in einer Platinröhre erhitzt wurde, gab, nachdem es sich entzündet hatte, eine dunkle Masse, die mit Wasser aufbrauste; aber selbst in diesem Fall scheint eine Legirung aus Kalium und Platin mit in das Spiel zu kommen, und die Masse kein Oxydül, sondern blos trocknes Alkali, mit dieser Legirung vermengt, zu seyn.

Da wir die *reinen Alkalien* erst seit der Entdeckung des Kalium und des Natronium kennen gelernt haben*), und ihre *Eigenschaften* noch nir-

*) Stahl kam der Entdeckung der reinen Alkalien sehr nahe. Er cementirte festes kaustisches Kali mit Eisen-

gends beschrieben sind, so will ich sie hier in der Kürze angeben: Verbrennt man Kalium oder Natronium auf Platin im Sauerstoffgas, und erhitzt sie bis zum Rothglühen, um die Peroxyde zu zersetzen, so erhält man Alkalien von gräulich grüner Farbe. Sie sind härter als gewöhnliches Kali oder Natron, auch specifisch schwerer, so weit sich darüber nach einem unvollkommnen Versuche urtheilen läst. Sie werden erst in starker Rothglühehitze vollkommen flüssig, und verdampfen langsam, wenn die Hitze noch höher getrieben wird. Werden kleine Mengen Wasser mit ihnen in Berührung gebracht, so erhitzen sie sich heftig, werden weiss, und verwandeln sich in *Hydrate*, und dann sind sie leicht schmelzbar und flüchtig. — Werden Kalium oder Natronium auf Metallfreies Glas verbrannt und dann stark erhitzt, oder wenn man durch Einwirkung von ein wenig Wasser aus diesen Metallen Kali oder Natron bildet, so nähert sich ihre Farbe

feile in lang fortgesetzter Hitze, und sagte, dass man auf diese Art ein Kali erhalte, welches „gar sehr (*valde*) kaustisch" sey (*Specim. Bech.* P. 1. p. 255.). Auch bildete er kaustisches Alkali durch Zersetzung von Salpeter durch Metalle (das. p. 253.). Ich finde, dass, wenn man Salpeter in einem Platintiegel durch heftiges Rothglühn zersetzt, eine gelbe Substanz zurückbleibt, die aus Kali und gelbem Platinoxyde, dem Anscheine nach miteinander chemisch verbunden, besteht. Das Kali, welches in dem Flintenlaufe, worin man Kalium auf die bekannte Art bildet, zugleich mit diesem Metalle übergeht, hat eine Orangefarbe, und setzt, wenn man es in Wasser auflöst, Eisenoxyd ab. Wahrscheinlich hat *reines* Kali Verwandtschaft zu mehreren Metalloxyden. *Davy.*

dem Weiſs; in andern wahrnehmbaren Eigenſchaften gleichen ſie aber denen durch Verbrennen auf Metalle erhaltenen Alkalien, und unterſcheiden ſich durch ihre ſchwere Schmelzbarkeit auf eine ausgezeichnete Art von dem durch Alkohol bereiteten Kali und Natron.

Hr. d'Arcet, und noch beſtimmter Hr. Berthollet, haben geſchloſſen, daſs der Gewichtsverluſt, der ſich ergiebt, wenn gewöhnliches, geſchmolznes Kali oder Natron mit Säuren verbunden werden, von dem Waſſer dieſer Alkalien herrührt, welches nicht in dieſe Verbindung mit eingeht; und Hr. Berthollet hat das Waſſer im Kali auf 13,9; Hr. d'Arcet auf 27 bis 28 Procent, und letzterer das Waſſer im Natron auf 28 bis 29 Procent beſtimmt *). Ich habe in meiner letztern Baker'ſchen Vorleſung angeführt, daſs meine Verſuche mich auf das Reſultat geführt haben, daſs geſchmolzenes Kali in 100 Theilen ungefähr 16 bis 17 Theile Waſſer enthalte, verglichen mit dem durch Verbrennen von Kalium in Sauerſtoffgas gebildeten Kali **). Ich zog dieſen Schluſs aus Verſuchen mit Kieſelerde und Kali, die ich miteinander ſchmolz, wobei ich annahm, daſs der Gewichtsverluſt der Menge Waſſer in dem Kali gleich ſey. Daſs je Waſſer wirklich aus dem geſchmolznen Kali oder Natron wäre aufgefangen worden, iſt mir nicht bekannt, und doch ſchien mir dieſe Darſtellung des

*) Dieſe *Annalen, Neue Folge*, B. 2. S. 40. Gilbert.

**) Dieſe *Annalen, Neue Folge*, B. 7. S. 62. Anm. Gilbert.

Wassers zur völligen Aufklärung des Gegenstandes nöthig zu seyn.

Ich erhitzte daher in einer Retorte aus grünem Glase 40 Grain *Kali*, das einige Minuten lang im Glühen gewesen war, mit 100 Grain Boraxsäure, welche ich fast eine Stunde lang im Weissglühn erhalten hatte. Die Retorte war sorgfältig gewogen worden, und wurde mit einem kleinen, gleichfalls gewogenen Recipienten verbunden. Darauf wurde die Kugel der Retorte allmählig erhitzt, bis sie kirschroth glühte. In der Retorte zeigte sich ein heftiges Aufbrausen, und im Halse derselben condensirte sich eine Flüssigkeit, welche in die Vorlage überging. Als der Procefs vollendet war, wurde die ganze Retorte stark erhitzt. Es fand sich, dass sie 6¼ Grain an Gewicht verloren, und dass der Recipient 5,8 Grain an Gewicht zugenommen hatte. Die Flüssigkeit, welche er enthielt, war Wasser, worin sich eine geringe Menge Boraxsäure aufgelöst hatte, und welches nach dem Abdampfen keinen wahrnehmbaren Rückstand liess.

Ein ähnlicher Versuch, den ich mit *Natron*, das bis zum Rothglühen erhitzt worden war, anstellte, in welchem aber das übergegangene Wasser nicht gewogen wurde, zeigte in 100 Theilen Natron 22,9 Theile Wasser.

Man könnte hier das Bedenken haben, ob nicht ein Theil des Wassers, das in diesem Processe entbunden wurde, aus der Boraxsäure herrühre, oder durch Einwirkung derselben auf die Alkalien

gebildet worden sey? Der folgende Versuch beweist aber, dass dieses in keiner wahrzunehmenden Menge geschehn seyn konnte. Ich erhitzte bis zum Rothglühen 8 Grain Kalium mit 50 Grain Boraxsäure in einem Platinrohre, das mit einer Glasröhre, die sehr kalt erhalten wurde, verbunden war; in diesem Processe entband sich aber gar keine Feuchtigkeit. Ich vermischte wenige Grain Kalium mit rothem Quecksilber-Oxyd, und entzündete die Mengung in Berührung mit Boraxsäure; es erschien aber kein andres elastisch-flüssiges Product als Quecksilberdampf. Darauf vermischte ich reines, aus Kalium gebildetes Kali mit trockner Boraxsäure und erhitzte sie bis zum Rothglühen; es entstand basisches boraxsaures Kali, zeigte sich aber keine Spur von Feuchtigkeit *).

*) Man darf indess aus diesen Versuchen nicht schliessen, dass Boraxsäure, die bis zum Weissglühen erhitzt worden, ganz Wasserfrey sey; sie beweisen bloss, dass eine solche Säure beim Verbinden mit reinem Kali kein Wasser *in der Rothglühhitze* hergiebt. Ich habe gefunden, dass Boraxsäure, die vollkommen im Flusse, und lange vor dem Gebläse einer Esse gewesen ist, und die längst aufzubrausen aufgehört hat, Bläschen Wasserstoffgas hergiebt, wenn man trockne Eisenfeile auf sie einwirken lässt. Ich that in einen Platintiegel zu 54 Grains Boraxsäure, welche in vollkommenem Flusse waren, 76 Grains Flintglas, das zuvor bis zum Weissglühn erhitzt und dann unmittelbar in einem heissen eisernen Mörser zu einem Pulver zerstossen worden war; als die Hitze so erhöht wurde, dass beide in Verbindung traten, entstand viel Aufbrausen, und nach heftigem Glühen während einer halben Stunde fand sich ein Gewichtsverlust von $5\frac{1}{4}$ Grain. — Ich finde, dass die bis zum Rothglühn erhitzten Verbindungen von Boraxsäure mit Kali

Es erhellet aus dieser Reihe von Thatsachen, dass das gewöhnliche Kali und das gewöhnliche Natron *Hydrate* sind; die durch Verbrennen der Alkali-Metalle dargestellten Körper dagegen sind die *reinen Metall-Oxyde*, frey von Wasser, (so weit wenigstens unsre Kenntniss reicht.) Nach dem Gewichtsverlust zu urtheilen, den das gewöhnliche Kali und Natron leiden, wenn sie mit Boraxsäure verbunden werden, scheint der Wassergehalt des er-

oder mit Natron an Gewicht verlieren, wenn sie zu einer viel höheren Temperatur gebracht werden. In dem Laboratorio meines Freundes, John George Childern Esq., vermischten wir z. B. 71 Grain Kali-Hydrat mit 96 Grain in einem Gebläsofen möglichst stark erhitzter Boraxsäure; während sie mit einander in Rothglühhitze geschmolzen wurden, verloren sie 11 Grain; als aber die Hitze bis zum Weissglühn erhöht wurde, stieg der Gewichtsverlust auf 13 Grain. In einem ähnlichen Versuche verloren 55,5 Grain Natron-Hydrat und 80 Grain Boraxsäure, während einer halben Stunde, wo sie von Zeit zu Zeit gewogen wurden, immerfort an Gewicht, obgleich die Hitze häufig bis zum Weissglühn stieg, und ihr ganzer Gewichtsverlust betrug 14 Grains, wovon wenigstens 1½ Grain auf die Säure zu kommen scheinen. Es verloren 95 Grain Natron und 140 Grain trocknes Flintglas, die mit einander in einem Platintiegel weiss geglüht wurden, 22,2 Grain an Gewicht; ich that aufs neue 80 Grain Boraxglas hinzu, und es erfolgte aufs neue Aufbrausen, und nach wenig Minuten heftigem Glühen hatte der Gewichtsverlust um 4½ Grain zugenommen. Mit welcher Kraft das Wasser in andern Fällen an gewissen Körpern adhärirt, zeigt der Versuch, den Hr. Berthollet im 2ten Bande der *Mém. d'Arcueil* p. 47. [er betrifft den Baryt] erzählt. Es läst sich in der That nicht behaupten, dass irgend eine neutrale Verbindung oder eine feste Säure je ganz wasserfrey sey; nur die ersten Antheile Wasser lassen sich leicht abscheiden. *Davy.*

stern 19 bis 20, und der des letztern 23 bis 25 Procent zu betragen.

Daſs aber Kalium und Natronium nicht etwa *Hydrure* von Kali und Natron sind, das scheint für die hellsehenden chemischen Naturforscher in Britannien, die mit den Fortschritten der Wissenschaft Schritt gehalten haben, keines weitern Beweises zu bedürfen, besonders da die sinnreichen Vertheidiger der eben erwähnten Meinung, die Herren Gay-Lussac und Thenard, in der angeführten Notiz im Moniteur, bekannt haben, daſs diese Meinung unhaltbar sey *).

*) Bei einem Gegenstande, der in so genauer Verbindung mit der ganzen Ansicht der Chemie, und mit so viel neuen Untersuchungen steht, kann es jedoch nicht schaden, der Beweise durch Thatsachen noch mehrere zu führen. Herr Dalton im 2. Bande seines *New System of Chemical Philosophy*, welchen er mir zuzuschicken die Güte gehabt hat, spricht auf den ersten Seiten von Kali und Natron als von Oxyden, auf den letzten Seiten aber sind sie ihm chemisch einfache Körper, und die aus ihnen gebildeten Metalle Verbindungen von Kali oder Natron mit Wasserstoff. Er giebt keine einzige Thatsache für diese Veränderung seiner Meinung an; seinen Hauptgrund nimmt er von dem Processe her, durch den ich das Kalium zuerst erhalten habe. Gewöhnliches Kali ist ein *Hydrat;* mittelst der Volta'schen Electricität erhält man daraus an der positiven Oberfläche Sauerstoff, und an der negativen Kalium; der Sauerstoff kömmt aus dem Wasser, und der Wasserstoff des Wassers, meint Hr. Dalton, verbindet sich mit dem Kali zu Kalium. Durch eine solche Schlussfolge ließe sich indeſs ebenfalls beweisen, daſs Bley oder Kupfer Hydrure ihrer Oxyde sind; denn wenn diese Metalle in dem Volta'schen Kreise aus ihren wässerigen Auflösungen regulinisch abgeschieden werden, entsteht

Ich komme nun zu den *Versuchen*, welche ich *über die Gröſse der Verwandtſchaft des oxygenirt-ſalzſauren Gas und des Sauerſtoffs zu den Metallen der feuerbeſtändigen Alkalien* angeſtellt habe.

Ich verbrannte 1 Grän Kalium in einer mit einem Hahne verſehenen Retorte aus grünem Glaſe in

gleichfalls an der poſitiven Oberfläche Sauerſtoff, an der negativen Oberfläche aber kein Waſſer. — Bei meinen erſten Verſuchen über das Kalium und Natronium wendete ich nur eine geringe electriſche Kraft an, und da in ihnen nur ſehr geringe Mengen der Metalle gebildet wurden, nahm ich kein Aufbrauſen wahr. Nimmt man aber 500 bis 1000 Plattenpaare zur Kalium-Bildung, ſo findet während der Bildung der Metalle ein heftiges Aufbrauſen Statt, und Erzeugung eines zuweilen mit Kalium verbundenen Waſſerſtoffgas *(potaſſureted hydrogene)*. — Bringt man Kalium mit rothglühendem Kali-Hydrat in Berührung, ſo entbindet ſich viel Waſſerſtoffgas, und das Ganze verwandelt ſich in das ſchwer ſchmelzbare Kali. — Ich ließs in einem Flintenlaufe 327 Grains Kali-Hydrat, die zuvor glühend gemacht waren, auf 745 Grain Eiſenfeile einwirken, welche bis zum Weiſsglühen erhitzt waren; etwas Waſſerſtoffgas ging verloren, und etwas Kali-Hydrat blieb unzerſetzt; dennoch fing ich 225 Kubikz. brennbares Gas auf, und es bildeten ſich 50 Grain Kalium und in groſser Menge eine Legierung aus Kalium und Eiſen, ſo daſs ſich kaum zweifeln läſst, daſs aller aus dem zerſetzten Kali-Hydrat hervorgebrachte Waſſerſtoff frei geworden ſey.

Herr Dalton glaubt einige Aehnlichkeit zwiſchen Kalium und Natronium und zwiſchen den Verbindungen des Waſſerſtoffs mit Schwefel, Phosphor und Arſenik, zu ſehn; ich weiſs indeſs nichts Aehnliches zu finden zwiſchen Schwefel-Waſſerſtoff, einem Gas, das auflöslich in Waſſer iſt, und die Eigenſchaften einer Säure hat, und einem höchſt verbrennlichen feſten Metall, das beim Verbrennen Alkali erzeugt. Eben ſo gut lieſse ſich Kalium

Sauerstoffgas, und erhitzte das entstandne Oxyd bis zum Rothglühen, um es in Kali zu verwandeln; es war ½ Kubikzoll Sauerstoffgas verschluckt worden. Darauf wurde die Retorte luftleer gepumpt und sehr reines oxygenirt-salzsaures Gas hineingelassen. Augenblicklich nahm das Kali eine weiſse Farbe an, und durch mäſsiges Erhitzen verwandelte sich das Ganze in salzsaures Kali; dabei würden

mit Kohlensäure vergleichen. H. Dalton sieht die Flüchtigkeit des Kalium und Natronium als etwas an, das die Meinung, daſs sie Wasserstoff enthalten, begünstige; aber sie sind minder flüchtig als Spieſsglanz, Arsenik und Tellurium, und sehr viel weniger als Quecksilber. Endlich beruft er sich auf ihr geringes specifisches Gewicht. Diesen zuerst von Herrn Ritter angeführten Grund habe ich in meinen vorigen Abhandlungen hinlänglich geprüft; hier führe ich nur noch an, daſs, wenn Kalium eine Verbindung von Wasserstoff mit Kali wäre, Kali-Hydrat eben so viel Wasserstoff, dem Gewichte nach, enthalten müſste, und überdieſs noch ein zweites, leichtes, gasförmiges Element, nemlich Sauerstoff, von dem man eher eine Verminderung als eine Vermehrung des specifischen Gewichts erwarten sollte. — H. Dalton irrt sich, wenn er p. 488. annimmt, daſs Kalium trocknes Kali-Hydrat bilde, wenn es Salpetergas oder oxydirtes Stickgas zersetze. Ich finde durch sehr sorgfältige Versuche, daſs Kalium diesen Körpern den Sauerstoff und etwas von ihrem Stickstoff entzieht, und eine schmelzbare Verbindung hervorbringt, die sich in der Rothglühhitze, während sich Stickstoff und der überschüssige Sauerstoff aus ihm entbindet, zersetzt, und zu *Kali* wird, aber nicht zu trocknem Kali-Hydrate. — Die HH. Gay-Lussac und Thenard haben sich davon, daſs Kalium und Natronium nicht Hydrüre von Kali und Natron sind, durch eine ähnliche Methode mit der, die ich einige Monate zuvor gebraucht und bekannt gemacht habe, überzeugt; nemlich dadurch, daſs sie neutrale Salze aus ihnen bildeten. *Davy.*

1¾ Kubikzoll oxygenirt-ſalzſaures Gas verſchluckt, und genau ½ Kubikzoll Sauerſtoffgas erzeugt. Während der ganzen Operation ſtand das Barometer auf 30,3 Zoll und das Thermometer auf 82° F. — Ich habe mehrere ähnliche Verſuche angeſtellt, aber dieſes iſt der Einzige völlig zuverläſſige. Nahm ich gröſsere Mengen Kalium, ſo zerſprang die Retorte gewöhnlich während des Erkaltens, und brauchte ich metallne Schälchen, ſo war es nicht möglich, zu einem genauen Reſultate zu kommen. Das Kalium war zu einer dünnen Platte ausgedehnt worden, und oxydirte ſich daher ſehr, bevor es in die Retorte kam, weshalb es etwas weniger Sauerſtoffgas verſchluckte, als ohnedieſs der Fall geweſen ſeyn würde. Um das Waſſer in der entſtandenen Kalikruſte zu zerſetzen, wurde das Kalium vor dem Verbrennen im luftleeren Raume erhitzt; denn wenn ich dieſe Vorſicht nicht brauchte, ſublimirte ſich Kali-Hydrat und überzog den obern Theil der Retorte, und daraus ſchied das oxygenirt-ſalzſaure Gas ſowohl Waſſer als Sauerſtoffgas ab.

Daſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas aus dem Kali-Hydrate Waſſer abſcheidet, zeigte ſich glücklicher Weiſe in einem dieſer Verſuche, in welchem ich dieſes Gas zu Kalium-Oxyd im Maximum ſteigen lieſs, welches in einer weiten Retorte gebildet war. Das Kalium hatte ſich in ihr mit einer anſehnlichen Kruſte Kali-Hydrat überzogen, und während des Verbrennens war das Hydrat als ein weiſses Sublimat im Sauerſtoffgas aufgeſtiegen; das

ſich an dem obern Theile im Halſe der Retorte angeſetzt hatte und vollkommen undurchſichtig war. Kaum war indeſs das oxygenirt-ſalzſaure Gas hinein gelaſſen worden, ſo wurde dieſes Sublimat ſogleich durchſichtig durch Entwickelung von Waſſer, und als ich das Glas, da wo das Sublimat daſſelbe berührte, erhitzte, wurde das Sublimat wieder undurchſichtig und Waſſer davon getrieben *(and water driven off)*.

In mehrern Fällen, in welchen ich reines oder mit Peroxyd vermiſchtes trocknes Kali in oxygenirt-ſalzſaurem Gas erhitzte, ſchied ſich keine Feuchtigkeit ab, auſser wenn das Gas Waſſerdampf enthielt, und die Menge des Sauerſtoffgas, welche in dieſem Proceſſe bei ſtarker Erhöhung der Hitze entwickelt wurde, ſtimmte genau mit der überein, die das Kalium verſchluckt hatte.

Als ich ſalzſaures Gas zu Kali, das durch Verbrennen von Kalium gebildet worden war, ſteigen lieſs, wurde im Augenblicke Waſſer und oxygenirt-ſalzſaures Kalium (gewöhnlich ſalzſaures Kali genannt) gebildet. Ueber die Menge des ſalzſauren Gas, welche das Kali zerſetzt, habe ich keinen genauen Verſuch gemacht, wohl aber die Zerſetzung dieſes Gas durch das Kali-Hydrat ein klein wenig unterſucht. Ich erhitzte in einem ſorgfältig gewogenen Platinſchälchen 10 Grain Kali-Hydrat zum Rothglühen, brachte dann beide in eine Retorte, welche Luftleer gepumpt und darauf mit ſalzſaurem Gas gefüllt wurde, und erhitzte das Kali-Hydrat

mit einer Weingeist-Lampe; augenblicklich schied sich Wasser in grosser Menge ab, und es bildete sich salzsaures Kali. Darauf wurde starke Hitze gegeben, bis der Process zu Ende war, und nun das Schälchen heraus genommen und gewogen; es hatte $2\frac{1}{16}$ Grain an Gewicht zugenommen. Ich that ein klein wenig tropfbare Salzsäure hinzu, um das Kali vollkommen zu neutralisiren, und glühte darauf das Schälchen; das Gewicht hatte sich aber nicht verändert.

In den wenigen Versuchen, welche ich über die Einwirkung des *Natronium* und des *Natron* auf oxygenirt-salzsaures Gas gemacht habe, waren die Erscheinungen den hier erzählten völlig analog, nur dass das Natronium, wie zu erwarten war, fast die doppelte Menge von oxygenirt-salzsaurem Gas als das Kalium verschluckte.

Wird *geglühtes Kochsalz* mit *Kalium* erhitzt, so zersetzen sie sich sogleich, und bringt man die Mischung zum Rothglühn, so erhält man reines *Natronium*. Ein sehr bequemes Mittel, dieses Metall sich zu verschaffen. Auch habe ich mir in den letztern Zeiten das Natronium nur auf diesem Wege bereitet. Bei dieser Operation entbindet sich kein Wasserstoffgas, und ich finde, dass 2 Theile Kalium mehr als 1 Theil Natronium hervorbringen.

Es erhellet aus der Reihe von Proportionen, welche ich in meinem letzten Aufsatze *) mitgetheilt

*) Oben S. 22. Gilbert.

habe, daſs 1 Grain *Kalium* 1,08 Kubikzoll oxygenirt-ſalzſaures Gas verſchlucken, und daſs das aus 1 Grain Kalium gebildete Kali ungefähr 2,16 Kubikzoll ſalzſaures Gas zerſezten muſs; und dieſe Schätzungen ſtimmen mit den Reſultaten der Verſuche ſehr nahe überein.

Das *Natron* beſteht, zu Folge der Schätzung, welche ich aus den Verſuchen in meiner letzten Baker'ſchen Vorleſung *) gefolgert habe, in 100 Theilen aus 25,4 Th. Sauerſtoff und 74,6 Th. Metall, und dieſem gemäſs wird das Verhältniſs (*proportion*), worin Natronium ſich mit den Körpern verbindet, durch die Zahl 22 dargeſtellt **). Daraus ergiebt ſich, daſs 1 Grain Natronium nahe 2 Kubikzoll oxygenirt-ſalzſaures Gas verſchlucken, und in Natron verwandelt, nahe 4 Kubikzoll ſalzſaures Gas zerſetzen muſs. Salzſaures Natron müſste nach dieſer Anſicht 1 Proportion von 22 Natronium und 1

*) Dieſe *Annalen* N. F. Band 7. S. 34. f. *Gilbert.*

**) Oder durch die Zahl 44, wenn man Natron für das zweite Oxyd des Natroniums nimmt, wie das aus den S. 47. f. angeführten Verſuchen wahrſcheinlich wird. Und unter dieſer Vorausſetzung muſs man die Natron-Salze als doppelte Proportionen von Säure enthaltend ſich denken. In beiden Fällen aber muſs die Proportion des Sauerſtoffs 7,5 und des Waſſerſtoffs 1 genommen werden, wenn ſich gleich andre eben ſo gut als dieſe mit der allgemeinen Lehre von beſtimmten Proportionen übereinſtimmende Zahlen, als Diviſoren oder Multipla ſollten finden laſſen. *Davy.*

[Den Verfolg dieſer Anmerkung findet man S. 24., wohin ich ihn zum beſſern Verſtändniſs verſetzt habe; dort auch das nöthige Licht zu dieſen Berechnungen. *Gilbert.*]

Proportion von oxygenirt-salzsaurem Gas 32,9 enthalten; eine Schätzung, die dem sehr nahe kömmt, was sich aus Dr. Marcet's Analyse dieses Salzes folgern läſst. *Kali-Hydrat* müſste bestehn aus 1 Proportion [Theilchen] Kali, das durch 48, und 1 Wasser, das durch 8,5 dargestellt würde; und dieses gäbe die Mischung desselben in 100 Theilen, zu 15,1 Th. Wasser und 84,9 Th. Kali. Dagegen müſste *Natron-Hydrat* bestehn aus 1 Proportion Natron zu 29,5 und 1 Wasser zu 8,5, welches auf 100 Theile 22,4 Th. Wasser geben würde. Die vorhin angeführten Versuche stimmen mit diesen Schlüssen so genau überein, als sich nur immer erwarten lieſs. Auch die Mengen von Kali und Natron, welche zu Folge dieser Schätzungen in verschiednen neutralen Verbindungen enthalten seyn müssen, kommen, wie man finden wird, sehr nahe mit den Mengen überein, welche die genausten Analysen, besonders die des Hrn. Berthollet, geben, und einige Abweichungen sind leicht zu erklären.

Ich habe in der vorhergehenden Abhandlung es wahrscheinlich gemacht, daſs das *überoxygenirt-salzsaure Kali* eine Tripel-Verbindung aus Kalium, oxygenirter Salzsäure und Sauerstoff ist. Diese Meinung wird durch die neuen Thatsachen bestätigt, welche wir hier über das Peroxyd des Kaliums haben kennen gelernt. Vollkommen mit Sauerstoff gesättigtes Kalium enthält vermuthlich 6 Proportionen; denn nach der Analyse des Hrn. Chenevix, welche durch eine von Hrn. E. Davy in dem

Laboratorio der Royal Institution gemachte bestätigt wird, muſs überoxygenirt-ſalzſaures Kali beſtehn in 100 Theilen aus 40,5 Theilen Kalium, 32,9 Th. oxygenirt-ſalzſaurem Gas und 45 Theilen Sauerſtoff.

Daſs bei ſtarkem Erhitzen von Peroxyd des Kaliums in oxygenirt-ſalzſaurem Gas aller Sauerſtoff ausgetrieben wird, und bloſs eine Verbindung von Kalium mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas entſteht, habe ich angeführt. Es ſchien mir nicht unwahrſcheinlich zu ſeyn, daſs in mäſsigen Temperaturen eine Verbindung des Peroxyd mit oxygenirter Salzſäure bewirkt werden könne, und ich habe Urſache zu glauben, daſs dieſem wirklich ſo ſey. Ich machte ein Peroxyd durch Erhitzen von Kalium mit ungefähr 2 Theilen Salpeter, und lieſs oxygenirt-ſalzſaures Gas hinzuſteigen. Es wurde verſchluckt. Beim Schmelzen entwich zwar etwas Sauerſtoffgas, doch blieb ein Salz zurück, aus welchem Schwefelſäure ſowohl oxygenirt-ſalzſaures als gemeines ſalzſaures Gas entband.

In dem Proceſs, durch welchen man das überoxygenirt-ſalzſaure Kali erhält, wird offenbar ein Theil des Kali's durch ſeine Verwandtſchaft zum oxygenirt-ſalzſauren Gas zerſetzt, um ſalzſaures Kali zu bilden; der Sauerſtoff deſſelben wird aber nicht frei, ſondern vereinigt ſich, während er im Entbinden begriffen iſt, mit einem andern Antheile Kali zu Peroxyd, und dieſes mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas. Aus den vorhin berechneten Zahlen laſ-

ſen ſich leicht die Proportionen ableiten, welche zu dieſen Veränderungen erfordert werden: Es müſſen 5 Proportionen Kali, gleich 240 Grains, zerſetzt werden, um mit gleich viel Proportionen oxygenirt-ſalzſaurem Gas, gleich 164,5 Grains, 5 Proportionen ſalzſaures Kali, gleich 367 Grains, zu erzeugen; und es vereinigen ſich 5 Proportionen Sauerſtoff, gleich 37,5 Grains, mit 1 Kali, gleich 48, und mit 1 oxygenirt-ſalzſaurem Gas, gleich 32,9, zu einer Tripel-Verbindung, um 1 Proportion über oxygenirt-ſalzſaures Kali, gleich 118,4 Grains, zu geben.

a) *Ueber die Verbindungen der Metalle aus den Erden mit Sauerſtoff, und mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas.*

Salzſaurer Baryt, ſalzſaurer Strontion und ſalzſaurer Kalk ſind, wenn man ſie lange Zeit in Weiſsglühehitze erhalten hat, durch keine einfache Anziehung zu zerſetzen. So z. B. werden ſie durch trockne Boraxſäure nicht verändert; ſobald aber Waſſer hinzugethan wird, geben ſie ſogleich Salzſäure und ihre Erden her. Dieſer Umſtand bringt mich auf die Vermuthung, daſs dieſe drei Salze aus den metalliſchen Baſen ihrer Erden, welche ich *Barium, Strontium, Calcium* genannt habe, und aus oxygenirt-ſalzſaurem Gas beſtehn; und die Verſuche, welche ich darüber habe anſtellen können, beſtätigen dieſen Schluſs.

Wenn man *Baryt, Strontion* oder *Kalk* in oxygenirt-ſalzſaurem Gas bis zum Rothglühn erhitzt, ſo entſtehen ganz dieſelben Körper, wie die

trocknen salzsauren Salze, und Sauerstoff wird aus den Erden ausgetrieben. Ich habe indess nie eine so vollständige Zersetzung dieser Erden durch oxygenirt-salzsaures Gas zu bewirken vermocht, dass ich die Menge des Sauerstoffs, welche in einer gegebenen Menge Erde enthalten ist, hätte ausmitteln können. In drey mit großer Sorgfalt angestellten Versuchen fand ich jedoch, dass sich 1 Maass Sauerstoffgas entband für je 2 Maass oxygenirt-salzsaures Gas, welche verschluckt wurden.

Ueber die Einwirkung der Basen der alkalischen Erden auf oxygenirt-salzsaures Gas habe ich noch keine Versuche angestellt, zweifle aber nicht im geringsten, dass sie sich mit diesem Gas direct verbinden, und damit trockne salzsaure Salze bilden.

In meinen letzten Versuchen über die Metallisirung der Erden durch Amalgamation *), wendete ich vorzügliche Aufmerksamkeit auf den Zustand der Producte, welche entstehn, wenn man den Rückstand der Amalgame der Luft aussetzt. Ich fand, dass *Baryt*, der auf diesem Wege gebildet ist, in heftiger Weissglühehitze nicht schmelzt, und dass so erzeugter *Strontion* und *Kalk*, wenn sie geglüht werden, kein Wasser hergeben. Baryt aus Krystallen der Erde bereitet, ist, wie Hr. Berthollet gezeigt hat, ein schmelzbares *Hydrat*, und ich habe gefunden, dass aus dieser Erde Feuchtigkeit entwich, wenn sie durch oxygenirt-salzsaures Gas

*) *Annalen* N. F. B. VII. S. 186. f. *Gilbert.*

zersetzt wurde. Der Kalk in dem *Kalk-Hydrate* wird von oxygenirt-salzsaurem Gas weit schneller als gebrannter Kalk zerlegt, indem dieses den Sauerstoff desselben zugleich mit dem Wasser schnell austreibt.

Ich erhitzte etwas gebrannten *Kalk* in einer mit salzsaurem Gas gefüllten Retorte; sogleich entstand Wasser in großer Menge, und es läſst sich kaum zweifeln, daſs es von dem Wasserstoff der Salzsäure, der mit dem Sauerstoff des Kalks in Verbindung trat, herrührte.

Da Kalium das Kochsalz so schnell zersetzt, so hoffte ich, es werde auch *salzsauren Kalk* zersetzen, und dadurch auf ein leichtes Mittel führen, *Calcium* zu erhalten. Die Umstände dieses Versuchs sind sehr ungünstig wegen der Schnelligkeit, womit salzsaurer Kalk Wasser einschlürft, und weil es sehr schwer hält, ihn selbst durch Weiſsglühehitze von den letzten Antheilen Wasser zu befreyen. Dennoch erhielt ich, als ich in einer Retorte aus schwer schmelzbarem Glase Kalium in Berührung mit dem Salze stark erhitzte, einen dunkelfarbigen, durch eine glasige Masse verbreiteten Körper, der im Wasser ein lebhaftes Aufbrausen erregte. Alles Kalium war verschwunden, und die Retorte hatte eine Hitze ausgestanden, in welcher Kalium gänzlich verfliegt. — Aehnliche Resultate erhielt ich mit *salzsaurem Strontion* und mit *salzsaurem Baryt*, letztere jedoch minder deutlich, da mehr Kalium unverändert überdestillirte. Entweder wurden in

diesen Processen die Basen der Erden ganz oder zum Theil von oxygenirt-salzsaurem Gas befreyt, oder das Kalium war mit den salzsauren Salzen in dreifache Verbindungen getreten. Ich hoffe bei zukünftigen Gelegenheiten hierüber ins Reine zu kommen.

Verbindungen von salzsaurem Gas mit *Magnesia*, *Thonerde* und *Kieselerde* werden alle durch Hitze zersetzt; die Säure entweicht und die Erde bleibt frei zurück. Aus diesem Umstande vermuthete ich, oxygenirt-salzsaures Gas würde aus diesen Erden den Sauerstoff nicht austreiben; eine Vermuthung, welche die Versuche bestätigen. Ich erhitzte jede der drei Erden in oxygenirt-salzsaurem Gas, bis sie roth glühten, es ging in ihnen aber keine Veränderung vor.

Die HH. Gay-Lussac und Thenard haben gezeigt, dass *Baryt* Sauerstoffgas verschlucken kann, und wahrscheinlich giebt es Peroxyde der Basen der Erden, da zu Folge der Versuche des Hrn. Chevenix die mehresten Erden fähig sind, zu überoxygenirt-salzsauren Salzen zu werden.

Ich habe versucht *Kalk* mit mehr Sauerstoff zu verbinden, indem ich ihn in überoxygenirt-salzsaurem Kali erhitzte, jedoch ohne Erfolg; wenigstens entwickelte sich aus ihm, als ich ihn nach diesem Processe mit Wasser verband, kein Sauerstoffgas. Der zum Behuf des Bleichens gebildete, sogenannte überoxygenirt-salzsaure Kalk lässt, wie ich finde, Sauerstoff in der Hitze fahren, und wird dabei zu salzsaurem Kalke.

Aus den Proportionen, welche ich in meiner letzten Baker'schen Vorlesung gegeben habe, die aber nach den Analysen schwefelsaurer Salze berechnet sind, folgt, dass, wenn man salzsauren Baryt, salzsauren Strontion und salzsauren Kalk als aus 1 Proportion oxygenirt-salzsaurem Gas und 1 Proportion Metall bestehend betrachtet, sie auf 32,9 Gewichtstheilen oxygenirt-salzsaurem Gas 71 Gewichtstheile *Barium* *), 46 *Strontium* und 21 *Calcium* enthalten müssen. Um zu untersuchen, in wie fern diese Zahlen genau sind, zersetzte ich von jedem dieser salzsauren Salze, nachdem sie zuvor bis zum Weissglühn erhitzt worden waren, 50 Grain mit salpetersaurem Silber, und sammelte, wusch, erhitzte und wog den Niederschlag. Auf diese Art behandelt, gaben 50 Grain salzsaurer Baryt 68; salzsaurer Strontion 85, und salzsaurer Kalk 125 Grain Hornsilber. Nun erhellt aus den gleich anzuführenden Versuchen, dass Hornsilber aus 12 Theilen Silber auf 3,9 Theilen oxygenirt-salzsaurem Gas besteht; folglich wird *Barium* durch 54,1, *Strontium* durch 46,1, und *Calcium* durch 20,8 dargestellt.

3) *Ueber die Verbindungen der gewöhnlichen Metalle mit Sauerstoff und mit oxygenirt-salzsaurem Gas.*

Es lassen sich innerhalb der Gränzen, welche für Vorlesungen dieser Art üblich sind, nur die

*) Legt man James Thomson's Analyse des schwefelsauren Baryts bei der Berechnung zum Grunde, und schätzt die Schwefelsäure auf 36, so wird *Barium* ungefähr durch die Zahl 65,5 dargestellt. Davy.

Aussenlinien von den vielen Versuchen geben, welche ich über die Verbindungen von oxygenirt-salzsaurem Gas mit den Metallen gemacht habe; ich muss mich daher auf allgemeine Uebersichten der Verfahrungsart und der Resultate beschränken.

Ich habe mich in allen folgenden Versuchen kleiner Retorten mit grünem Glase bedient, von 5 bis 6 Kubikzoll Inhalt, welche mit Hähnen (*stopcocks)* versehn waren. Nachdem der metallische Körper in die Retorte hineingebracht war, wurde sie luftleer gepumpt und mit dem Gas, auf welches er einwirken sollte, gefüllt, dann wurde die Retorte mit einer Weingeistlampe erhitzt, und nach dem Abkühlen derselben das Product untersucht und das Gas analysirt.

Alle Metalle, mit welchen ich diese Versuche angestellt habe, *verbrannten*, wenn sie in dem oxygenirt-salzsauren Gas erhitzt wurden, mit Ausnahme von *Silber*, *Blei*, *Nickel*, *Kobalt* und *Gold*. Die flüchtigen verbrannten mit Flamme, und zwar *Arsenik*, *Spiessglanz*, *Tellurium* und *Zink* mit einer weissen, *Quecksiber* mit einer rothen Flamme; *Zinn* wurde weiss glühend, *Eisen* und *Kupfer* wurden roth glühend, *Scheelium* und *Manganes* dunkelroth glühend; auf *Platin* geschah in einer Hitze, bei welcher das Glas schmilzt, fast gar keine Einwirkung.

Folgendes sind die *Producte*, welche bei dem Verbrennen der Metalle im oxygenirt-salzsauren Gas entstanden.

Aus Arsenik *Arsenikbutter:* eine dichte, helle, höchst flüchtige Flüssigkeit, welche die Electricität nicht leitet, kein grosses specif. Gewicht hat, und beim Zersetzen durch Wasser Arsenik-Oxyd und Salzsäure giebt. — Aus Spiessglanz *Spiessglanzbutter:* ein leicht schmelzbarer und flüchtiger fester Körper, von der Farbe des Hornsilbers, und von grosser Dichtigkeit, der beim Abkühlen in sechsseitigen Tafeln krystallisirt, und beim Zersetzen durch Wasser ein weisses Oxyd hergiebt. — Diesem Körper gleicht in seinen sinnlichen Eigenschaften das Product aus *Tellurium,* welches gleichfalls mit Wasser sich in ein weisses Oxyd verwandelt. — Auch das Product aus *Zink* ist demselben an Farbe ähnlich, doch weniger flüchtig. Das Product aus Quecksilber ist *ätzender Sublimat.*

Die Verbindung aus oxygenirt-salzsaurem Gas und *Eisen* ist glänzend braun, von einem Glanze, der sich dem metallischen nähert; und spielt Regenbogenfarben wie die Eisenstufen von Elba. Sie verflüchtigt sich in mäfsiger Hitze, und füllt das Gefäfs mit schönen, kleinen, ausnehmend glänzenden Krystallen, die sich in glänzende Tafeln zusammenhäufen, deren Gestalt ich nicht bestimmen konnte. Wenn Wasser darauf einwirkt entsteht, rothes salzsaures Eisen.

Kupfer bildet ein glänzendes roth-braunes Product, das in kleinerer als der Rothglühehitze schmelzt, beim Abkühlen krystallisirt und halb durchsichtig wird, und beim Einwirken von Wasser eine

grüne Flüssigkeit und einen grünen Niederschlag hergiebt. *)

Das Product aus *Manganes* ist in dunkler Rothglühehitze nicht flüchtig. Es ist dunkelbraun, wenn aber Wasser darauf einwirkt, wird es heller braun, und in der Auflösung bleibt salzsaures Manganes, welches die Lakmustinktur nicht röthet; der chokoladenbraune Rückstand ist nicht auflöslich. **)

Scheelium giebt ein dunkel-orangefarbnes Sublimat, welches beim Zersetzen durch Wasser Salzsäure und gelbes Scheelium-Oxyd hergiebt.

*) Es wäre der Mühe werth zu untersuchen, ob dieser Niederschlag, der aus oxygenirt-salzsaurem Kupfer durch Wasser gebildet wird, nicht auch vielleicht nicht-gesättigtes salzsaures Kupfer-Hydrüre (*a hydrated submuriate*) wäre, und in seiner Zusammensetzung mit dem krystallisirten salzsauren Kupfer aus Peru übereinstimmte. Dieses letztere giebt, wie ich finde, in der Hitze Salzsäure und Wasser. Die von Boyle entdeckte *resina cupri*, welche durch Erhitzung von Kupfer mit ätzendem Sublimat entsteht, enthält wahrscheinlich nur 1 Proportion oxygenirt-salzsaures Gas, indess das oben erwähnte Product 2 Proportionen enthalten muss. *Davy.*

**) Salzsaures Manganes, durch Auflösen von Manganes-Oxyd in Salzsäure gebildet, ist eine neutrale Verbindung, und lässt sich durch Hitze zersetzen, wobei salzsaures Gas entweicht, und braunes Manganes-Oxyd zurück bleibt. In dieser Hinsicht erscheint Manganes als ein Mittelding zwischen den alten und den neu entdeckten Metallen. Salzsaures Manganes wird nemlich gleich der salzsauren Magnesia zersetzt, und das Oxyd desselben ist, so weit meine Versuche reichen, das einzige unter den länger bekannten Metallen, welches die saure Kraft des salzsauren Gas neutralisirt, so dass dieses in der Auflösung blaue Pflanzenfarben nicht verändert. *Davy.*

Zinn giebt Libav's *Flüssigkeit*, welche sich durch Wasser in salzsaures Zinn im Maximum der Oxydirung verwandelt.

Silber und *Blei* geben Hornsilber und Hornblei, und *Wismuth* Wismuth-Butter.

Folgendes sind die *Mengen* von oxygenirt-salzsaurem Gas, welche von 2 Grains eines jeden Metalls verschluckt wurden: *) Von

Arsenik	3,6 K. Z.	Zink	3,2 K. Z.	Wismuth	1,5 K. Z.
Spiessglanz	3,1 —	Eisen	5,8 —	Blei	0,9 —
Tellur	2,4 —	Zinn	4, —	Silber	0,9 — **)
Quecksilber	1,05 —	Kupfer	3,4 —		

Bei meinen Versuchen über die Einwirkung des oxygenirt-salzsauren Gas auf *Metall-Oxyde*, wurden die Oxyde von *Blei*, *Silber*, *Zinn*, *Kupfer*, *Spiessglanz*, *Wismuth* und *Tellur* in einer

*) Das oxygenirt-salzsaure Gas war in diesen Versuchen nicht von Feuchtigkeit befreit worden, und da ich mich messingner Hähne bediente, kann ein wenig Gas von der Oberfläche des Metalls verschluckt worden seyn; diese Processe geben daher blosse Annäherungen an die wahre Zusammensetzung der oxygenirt-salzsauren Metalle. Die Versuche mit Blei, Tellur, Eisen, Spiessglanz, Kupfer, Zinn, Quecksilber und Arsenik wurden an drei auf einander folgenden Tagen angestellt, an welchen der Barometerstand zwischen 30,26 und 30,15 engl. Zollen und der Thermometerstand zwischen 63,5 bis 61° F. variirte. Bei dem Versuch mit dem Silber stand das Barometer auf 29,9 engl. Zoll und das Thermometer auf 52° F. *Davy*.

**) Das Silber nahm hierbei an Gewicht um 0,6 Grain zu; ein Resultat, welches sehr gut mit einem Versuche meines Bruders John Davy übereinstimmt, in welchem 12 Grain Silber zu 15,9 Grain wurden, indem sie sich in Hornsilber verwandelten. *Davy*.

Hitze, welche das Rothglühen nicht erreichte, zersetzt, und zwar die Oxyde der flüchtigen schneller als die der feuerbeständigen Metalle. Auf *Kobalt-* und *Nickel-Oxyd* ging die Einwirkung kaum vor sich in der Hitze des dunkelrothen Glühens. *Rothes Eisenoxyd* wurde in starker Rothglühhitze nicht angegriffen, indess die Zersetzung des *schwarzen Eisenoxyds* in einer viel niedrigern Temperatur vor sich ging; und *Arsenikfäure* erlitt keine Veränderung in der gröfsten Hitze, die sich einer Glasretorte geben liess, während das *weisse Arsenikoxyd* schnell zersetzt wurde.

In den Fällen, in welchen Sauerstoffgas ausgetrieben wurde, betrug die Menge desselben genau so viel, als von dem Metall war verschluckt worden. So z. B. verschlucken 2 Grains *rothes Quecksilber-Oxyd* 0,9 Kub. Z. oxygenirt-salzsaures Gas, und geben 0,45 K. Z. Sauerstoffgas her. Zwei Grain *dunkel olivenfarbenes Oxyd* aus Calomel, durch Kali abgeschieden, verschlucken ungefähr 0,94 K. Z. oxygenirt-salzsaures Gas, und geben 0,24 Kub. Z. Sauerstoffgas; in beiden Fällen entsteht ätzender Sublimat. *)

*) Ich habe zwei verschiedene *Analysen* von *ätzendem Sublimat* und von *Calomel* mit vieler Sorgfalt gemacht. 100 Grain *ätzender Sublimat*, die durch 90 Grain Kali-Hydrat zersetzt wurden, gaben mir das erste Mahl 79,5, das zweite Mahl 78,7 Grain *orangefarbnes* Quecksilber-Oxyd, wovon 40 Grain 9,15 K. Z. Sauerstoffgas hergaben; und mit salpetersaurem Silber entstanden aus 100 Grain ätzendem Sublimat das erste Mahl 102,5, das zweite Mahl 103,4 Grain salzsaures Silber. — Dagegen gaben 100 Grain

Beim Zersetzen von *weissem Zink-Oxyd* wurde genau halb so viel Sauerstoffgas, dem Volumen nach, ausgetrieben, als oxygenirt-salzsaures Gas verschluckt.

Von vorzüglich interessanter Art war die Veränderung, welche bei dem Zersetzen des *schwarzen Eisenoxyds* und des *weissen Arsenik-Oxyds* eintrat. In beiden Fällen entwich kein Sauerstoffgas, sondern in dem einen Fall wurden das eisenschüssige Sublimat und rothes Eisenoxyd, und im andern Falle Arsenikbutter und Arseniksäure gebildet. Zwei Grains weisses Arsenik-Oxyd verschluck-

Calomel beim Zersetzen durch 90 Grain Kali-Hydrat das erste Mahl 82, das zweite Mahl 83 Grain *olivenfarbiges* Quecksilber-Oxyd, von denen 40 Grain 4,8 K. Z. Sauerstoffgas beim Erhitzen entbanden; und aus 100 Grain Calomel bildeten sich das erste Mahl 58,75, das zweite Mahl $57\frac{1}{2}$ Grain Hornsilber.

Ich setze das mehrste Zutrauen in der zweiten Analyse; indess geht aus beiden hervor, dass bei einerlei Menge von Quecksilber ätzendes Sublimat genau noch ein Mahl so viel Sauerstoff als Calomel enthält, und dass gleichfalls bei gleicher Quecksilbermenge in dem orangefarbnen Oxyde noch ein Mahl so viel Sauerstoff als in dem schwarzen Quecksilberoxyde enthalten ist. Die Olivenfarbe des Oxyds aus Calomel rührt von einer kleinen Beimengung von orangefarbnem Oxyde her, welches sich auf Kosten des Wassers bildet, das zum Niederschlagen gebraucht wird. Nimmt man eine kochend heisse Auflösung von Kali, so ist die Farbe des Oxyds stets schwarz; sie wird aber, wenn man ein wenig orangefarbnes Oxyd dazu reibt, olivenfarbig. Man hat behauptet, das olivenfarbne Oxyd, welches aus Calomel durch Kali-Hydrat niedergeschlagen wird, enthalte Salzsäure, sey aber damit nicht gesättigt; ich habe indess darin nie eine Spur von Salzsäure entdek-

ten 0,8 Kub. Z. oxygenirt-salzsaures Gas. *) — Ich zweifle nicht, dass sich dieselbe Erscheinung noch in andern Fällen zeigen wird, in welchen das Metall verhältnissmässig nur eine kleine Anziehung für oxygenirt-salzsaures Gas hat, und verschiedener Grade von Oxydirung fähig ist, und in welchen das Peroxyd gebraucht wird.

Ich habe nur einen einzigen Versuch gemacht, ein gewöhnliches Metalle-Oxyd durch Salzsäure zu zersetzen, nemlich das falbe Zinn-Oxyd; es entstand Wasser und Libav's Flüssigkeit.

Betrachtet man die Mischungsverhältnisse, welche sich aus dem Volumen des oxygenirt-salzsauren Gas, das die verschiedenen Metalle verschlucken, berechnen lassen, in Beziehung auf die Menge Sauerstoff, welche sie erfordern, um in Oxyde verwandelt zu werden, so geht aus den Versuchen, welche ich angeführt habe, hervor, dass in ihnen entweder eine, oder zwei, oder drei Proportionen

ken konnten, wenn es gut gewaschen worden war. Es ist nicht leicht bei den Analysen der Quecksilber-Oxyde völlige Genauigkeit zu erreichen, da ihnen Wasser anhängt, welches sich nicht ganz austreiben lässt, ohne dass etwas Sauerstoff entweicht. In jedem meiner Versuche sammelte sich in dem Halse der Retorte ein wenig Thau, obgleich ich das Oxyd bis über 212° F. erhitzt hatte, so dass die 40 Grain ein wenig zu hoch geschätzt sind. Davy.

*) Das Bestreben des *weissen Arsenik-Oxyds* zu Arseniksäure zu werden, zeigte sich bei der Einwirkung desselben auf geschmolznes Kali-Hydrat auf eine auffallende Weise; das Wasser in dem Hydrate wird schnell zersetzt, und dabei Arsenik-Wasserstoff entbunden und arseniksaures Kali gebildet. *Davy.*

oxygenirt-salzsaures Gas sich mit Einer Proportion Metall verbinden, und daher müsste es leicht seyn, aus der bekannten Zusammensetzung der salzsauren Salze die Zahlen abzuleiten, welche die Proportionen darstellen, in denen man sich denken kann, dass diese Metalle in andre Verbindungen eingehn. *)

4. *Allgemeine Schlussfolgen und Bemerkungen durch Versuche erläutert.*

Alle Folgerungen, welche ich aus den neuen Versuchen zu ziehn gewagt, die ich in meiner letzten Vorlesung der königlichen Societät mitgetheilt habe. werden durch die ganze Reihe dieser neuen Untersuchungen, wie es mir scheint, bestens bestätigt.

Oxygenirt-salzsaures Gas vereinigt sich mit verbrennlichen Körpern zu einfachen Zusammensetzungen aus zwei Bestandtheilen; und wenn es auf Oxyde einwirkt, treibt es entweder den Sauerstoff derselben aus, oder veranlasst ihn, in neue Verbindungen zu treten. Wollte man behaupten, der Sauerstoff rühre in diesen Fällen von dem oxygenirt-salzsauren Gas und nicht von den Oxyden,

*) Nach den in der vorvorigen Anmerkung angeführten Versuchen muss die Zahl, welche die Proportionen darstellt, in welchem sich das Quecksilber verbindet, ungefähr 200 seyn; und die Zahl für das Silber nach S. 74 ungefähr 100. Die Zahlen für die andern Metalle lassen sich aus den auf derselben Seite befindlichen Angaben ableiten, welche indess, nach dem was ich angeführt habe, keine grosse Genauigkeit geben können. *Davy.*

her; so läſst ſich fragen, warum die Menge desſelben immer genau der in dem Oxyde enthaltenen Menge gleich iſt, und warum ſie in einigen Fällen, wie denen mit Kalium- und Natronium-Oxyd im Maximo, in keinem Verhältniſſe mit der Gasmenge ſteht?

Enthielte das oxygenirt-ſalzſaure Gas irgend eine mit Sauerſtoff verbundne Säure, ſo müſste ſich dieſe in der flüſſigen Verbindung zeigen, welche aus 1 Proportion Phosphor und 2 Proportionen oxygenirt-ſalzſaurem Gas zuſammengeſetzt iſt; denn unter dieſer Vorausſetzung müſste dieſe Flüſſigkeit aus Salzſäure (nach der alten Hypotheſe, frei von Waſſer) und aus Phosphorſäure beſtehn; dieſe Verbindung hat aber keine Wirkung auf Lackmuspapier, und wirkt unter den gewöhnlichen Umſtänden nicht auf die fixen alkaliſchen Baſen, z. B. nicht auf trocknen Kalk oder trockne Magneſia. Oxygenirt-ſalzſaures Gas muſs ſich, gleich dem Sauerſtoffgas, in groſser Menge mit beſondern verbrennlichen Körpern verbinden, um eine Säure zu bilden; an Waſſerſtoff gebunden, röthet es das trockenſte Lackmuspapier augenblicklich, wenn gleich die Verbindung ein Gas iſt. Der Natur der Säuren entgegen treibt es Sauerſtoff aus Oxyden im Minimo aus, und verbindet ſich mit Oxyden im Maximo.

Wird *Kalium* in oxygenirt-ſalzſaurem Gas verbrannt, ſo erhält man eine trockne [waſſerfreye] Verbindung. Nimmt man mit Sauerſtoff verbun-

denes Kalium, so wird aller Sauerstoff ausgetrieben, und dieselbe Verbindung gebildet. Es würde gegen die Logik seyn, behaupten zu wollen, dass diese genaue Menge von Sauerstoff von einem Körper aufgegeben werde, von dem man nicht wisse, dass er zusammengesetzt ist, während wir von der Existenz derselben in einem andern gewiss sind — und alle Fälle laufen einander parallel.

Dass Sauerstoff in dem oxygenirt-salzsauren Gas vorhanden sey, sind vielleicht einige aus dem Umstande zu schliessen geneigt, weil es durch Einwirkung von Salzsäure auf Oxyde im Maximo, oder auf überoxygenirt-salzsaures Kali *gebildet* wird. Bei einigem Nachdenken zeigt sich indess bald, dass die Erscheinungen bei diesen Einwirkungen mit meinen Ansichten völlig übereinstimmen. Wenn man salzsaures Gas über trocknes Manganes-Oxyd im Maximo erhitzt, so wird, wie ich finde, sehr schnell Wasser gebildet und oxygenirt-salzsaures Gas hervorgebracht, das Peroxyd aber wird braun. Jetzt, da wir wissen, dass salzsaures Gas aus oxygenirt-salzsaurem Gas und Wasserstoff besteht, giebt es keine einfachere Erklärung des Erfolgs, als die, dass der Wasserstoff der Salzsäure sich mit Sauerstoff des Peroxyds zu Wasser verbinde.

Scheele erklärte die *bleichende Kraft* des oxygenirt-salzsauren Gas daraus, dass er annahm, es zerstöre die Farbe, indem es sich mit dem Phlogiston derselben verbinde; Berthollet setzt die bleichende Wirkung darin, dass dieses Gas den Farben

Sauerstoff zuführe. Ich habe einen Versuch gemacht, welcher zu beweisen scheint, daſs das reine Gas unfähig ist, die Pflanzenfarben zu verändern, und daſs ihr Vermögen zu bleichen lediglich darauf beruht, daſs sie die Eigenschaft hat, das Waſser zu zersetzen, und den Sauerstoff deſſelben frei zu machen. — Ich füllte nemlich einen Glasballon, der trocknen, gepulverten, salzsauren Kalk enthielt, mit oxygenirt-salzsaurem Gas, und that in einen andern Ballon, worin sich ebenfalls trockner salzsaurer Kalk befand, etwas trocknes mit Lackmus gefärbtes Papier, nachdem es zuvor erhitzt worden war. Nach einiger Zeit pumpte ich diesen Ballon luftleer, und setzte ihn mit dem ersten in freye Verbindung, während das Lackmuspapier vermöge des dazu eingerichteten Hahns der Wirkung des einströmenden Gas ausgesetzt war. Es zeigte sich keine Farbenänderung, und noch nach zwei Tagen war kaum irgend eine Veränderung der Farbe bemerkbar.

Ein ähnliches getrocknetes Lackmuspapier, das ich in oxygenirt-salzsaures Gas brachte, worauf kein salzsaurer Kalk eingewirkt hatte, wurde augenblicklich weiſs *). Lackmuspapier, das man nicht zuvor getrocknet hat, erleidet in trocknem

*) Diese letztern Versuche habe ich in dem Laboratorio der *Dublin Society*, (die mehrsten der vorhergehenden in dem Laboratorio der *Royal Institution*) angestellt, und auf sie mich zu beziehn, haben die Vorsteher (*Managers*) dieser nützlichen öffentlichen Anstalt mir erlaubt. *Davy.*

oxygenirt-ſalzſaurem Gas dieſelbe Veränderung, nur langſamer.

Die überoxygenirt-ſalzſauren Verbindungen ſcheinen ihre bleichende Kraft allein ihrem locker gebundnem Sauerſtoff zu verdanken; die gewöhnlichen Metalle haben ein ſtarkes Beſtreben, einfache Verbindungen mit oxygenirt-ſalzſaurem Gas einzugehn, und der Sauerſtoff wird hierbei aus ihnen leicht ausgetrieben und angezogen.

Man findet in allen chemiſchen Schriften angegeben, das oxygenirt-ſalzſaure Gas *condenſire* ſich in niederen Temperaturen und *kryſtalliſire*. Ich habe mich durch einige Verſuche überzeugt, daſs dieſes *nicht* der Fall iſt. Auflöſungen von oxygenirt-ſalzſaurem Gas in Waſſer frieren eher als reines Waſſer; aber das reine, durch ſalzſauren Kalk getrocknete Gas leidet in Temperaturen von —40° F. keine Veränderung irgend einer Art. Der Irrthum ſcheint daher zu rühren, daſs man oxygenirt-ſalzſaures Gas in Flaſchen, welche Feuchtigkeit enthielten, der Kälte ausgeſetzt hat.

Ich habe verſucht, Boraxſäure und Phosphorſäure durch oxygenirt-ſalzſaures Gas zu zerſetzen, jedoch ohne Erfolg; woraus zu erhellen ſcheint, daſs *Boracium* und *Phosphor* eine *gröſsere* Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe als zu dem oxygenirt-ſalzſauren Gas haben. Und hierin ſtimmen, den oben angegebenen Verſuchen zu Folge, *Eiſen* und *Arſenik*, wahrſcheinlich auch einige andere Metalle, mit ihnen überein. — Eine *geringere* Ver-

wandtſchaft zu dem Sauerſtoff als zu dem oxygenirt-ſalzſauren Gas haben: *Kalium*, *Natronium*, *Calcium*, *Strontium*, *Barium*, *Zink*, *Queckſilber*, *Zinn*, *Blei* und wahrſcheinlich auch *Silber*, *Spieſsglanz* und *Gold*.

Ich habe bis jetzt nur ſehr wenig Verſuche über die Verbindungen der oxygenirt-ſalzſauren Körper unter einander oder mit den Oxyden anſtellen können. Arſenikbutter und Libav's Flüſſigkeit zuſammengemiſcht, erhitzen ſich mit einander; die Phosphor- und die Schwefel-haltigen Flüſſigkeiten vereinigen ſich beide unter einander und mit Libav's Flüſſigkeit ohne irgend eine merkwürdige Erſcheinung.

Ich hatte in einer grünen Glasröhre Kalk mäſsig erwärmt und trieb das *Phosphor-Sublimat* (den geſättigten oxygenirt-ſalzſauren Phosphor) in Dämpfen hindurch; die Einwirkung war heftig, unter Entbindung von Wärme und Licht, und es entſtand eine graue geſchmolzne Maſſe, welche, als ich Waſſer zuſetzte, ſalzſauren und phosphorſauren Kalk hergab. — Etwas Dampf des erhitzten Phosphor-Sublimats lieſs ich in eine luftleer gepumpte Retorte ſteigen, worin ſich getrocknetes Lackmuspapier befand; die Farbe deſſelben verwandelte ſich langſam in blasroth. Dieſe Thatſache ſcheint der Meinung günſtig, daſs dieſe Subſtanz eine Säure ſey; da aber ein wenig Waſſerdampf in der Retorte geweſen ſeyn könnte, ſo iſt der Verſuch nicht entſcheidend. Auch die ſtarke Verwandt-

schaft derselben zum *Ammoniak* spricht vielleicht für diese Meinung; zwar bilden alle oxygenirt-salzsaure Körper, die ich versucht habe, mit dem Ammoniak dreifache Verbindungen, aber aus den übrigen Verbindungen von oxygenirt-salzsaurem Gas und Phosphor mit Ammoniak wird Phosphor durch eine mäſsige Wärme ausgetrieben, und die zurückbleibende Verbindung ist das Phosphor-Sublimat.

5) Einige Betrachtungen über die Nomenclatur der oxygenirt-salzsauren Zusammensetzungen.

Einen Körper, von dem es nicht bekannt ist, daſs er Sauerstoff enthält *), und der keine Salz-

*) Während ich diesen Bogen für den Druck corrigire, finde ich in dem neusten Stück von Nicholson's *Journal*, welches am 1. Februar 1811 erschienen ist, einen scharfsinnigen Aufsatz des Hrn. Murray in Edinburg, in welchem bewiesen werden soll, daſs oxygenirt-salzsaures Gas Sauerstoff enthalte. Hr. Murray detonirt oxygenirt-salzsaures Gas in Uebermaaſs mit einer Mengung von Wasserstoffgas und gasförmigem Kohlenstoff-Oxyd, woraus, seiner *Voraussetzung* nach, kohlensaures Gas entsteht; und vermischt oxygenirt-salzsaures Gas in Uebermaaſs mit Schwefel-Wasserstoffgas, wodurch, seiner *Voraussetzung* nach, Schwefelsäure oder schweflige Säure gebildet wird. In einigen Versuchen, bei welchen mein Bruder John Davy mit mir gearbeitet hat, und die wir über ausgekochtem Quecksilber anstellten, habe ich gefunden, daſs, wenn 7 Maaſs *Wasserstoffgas*, 8 Maaſs *gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd* und 20 Maaſs *oxygenirt-salzsaures Gas* durch den electrischen Funken detonirt werden, sie sich bis auf ungefähr 30 Maaſs vermindern, und daſs Calomel an den Seiten der Röhre sich absetzt. Nachdem ich trocknes Ammoniak in Uebermaaſs zugesetzt, und Wasser zu dem Rückstande gebracht hatte, blieben mehr als 9 Maaſs Gas zurück, und dieses war gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, nicht

säure enthalten kann, *oxygenirte Salzsäure* zu nennen, ist gegen alle Regeln derjenigen Nomen-

unreiner, als sich nach der den verschiedenen Gasarten beigemengten atmosphärischen Luft und dem aus dem Ammoniak ausgetriebenen Stickgas vermuthen liess. Der Sauerstoff in Hrn. Murray's kohlensaurem Gas scheint daher aus dem *Wasser* oder aus dem gasförmigen Kohlenstoff-Oxyd hergerührt zu haben.

Schwefel-Wasserstoffgas, das ich einem Uebermaasse von *oxygenirt-salzsaurem Gas* über trocknem Quecksilber zusetzte, entzündete sich in zwei oder drei Versuchen, und es entstand salzsaures Gas, welches Dämpfe des oxygenirt-salzsauren Schwefels enthielt, und mit Ammoniak neutralisirt, salzsaures Ammoniak und eine Verbindung von Ammoniak mit oxygenirt-salzsaurem Schwefel gab. — Stieg eine solche Mengung Schwefel-Wasserstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas in Uebermaass in die Atmosphäre, so verbreitete sich ein Geruch nach oxygenirt-salzsaurem Schwefel, und es zeigte sich nicht die kleinste Spur von Schwefelsäure oder schwefliger Säure. Hätte Hr. Murray bei der Analyse seiner Rückstände Ammoniak statt Wasser genommen, so würde er, glaube ich, nicht geschlossen haben, oxygenirt-salzsaures Gas lasse sich mittelst solcher Methoden zersetzen.

Das Detail einiger andrer Versuche, welche wir über diesen Gegenstand angestellt haben, berühre ich hier nicht; mein Bruder wird sie in einer Antwort auf Herrn Murray's Aufsatz bekannt machen. Zum Schlusse bemerke ich noch, dass dieser scharfsinnige Chemiker meine Ansichten missverstanden hat, wenn er sie für Hypothesen hält. Ich sage blos aus, was ich gesehn und was ich gefunden habe. Es ist *möglich*, dass das oxygenirt-salzsaure Gas Sauerstoff enthält, ich kann es aber darin nicht finden. Ich habe Hrn. Murray's Versuche mit vielem Interesse wiederholt; wenn *Wasser* bei denselben ausser Spiel bleibt, so werden durch die Resultate derselben alle meine Ideen über diesen Gegenstand bestätigt, und die hypothetischen Ideen, welche er mit so vielem Eifer zu vertheidigen gesucht hat, erhalten durch sie keine Stütze.

Davy.

clatur, in welcher man ihm diesen Namen gegeben hat, und eine Veränderung dieser Benennung scheint nothwendig zu werden, um den Fortgang der Erörterungen zu erleichtern, und um richtige Ideen über diesen Gegenstand zu verbreiten. Hätte der grosse Entdecker dieses Körpers *) ihn mit irgend einem einfachen Namen bezeichnet, so würde es schicklich seyn, diesen wieder hervorzuziehn; aber *dephlogistisirte Kochsalzsäure* ist eine Benennung, die für den jetzigen Zustand der Wissenschaften sich nicht mehr eignet.

Ich bin mit einigen der vorzüglichsten chemischen Naturforscher zu Rathe gegangen; es schien uns am schicklichsten zu seyn, einen Namen in Vorschlag zu bringen, der von einer der bekanntesten und am mehrsten charakteristischen Eigenschaften des oxygenirt-salzsauren Gas, von der Farbe desselben, entlehnt ist, nemlich *Chlorine* oder *Chloric Gas* **); ein Name, den man auch dann unverändert würde beibehalten können, wenn man künftig finden sollte, dass dieser Körper zusammengesetzt sey, ja selbst, dass er Sauerstoff enthielte.

Von den mehrsten Salzen, welche man bis jetzt für *salzsaure* gehalten hat, wissen wir nicht, dass sie irgend einen Antheil Salzsäure oder irgend einen Antheil Sauerstoff enthalten. So findet sich in Libav's Flüssigkeit, wenn gleich Wasser sie in eine salzsaure Verbindung verwandelt, allein Zinn und

*) Scheele. G.

**) Von χλωρος [grünlich-gelb]. G.

oxygenirt - salzsaures Gas, und Hornsilber scheint unfähig zu seyn, in ein wahres salzsaures Salz verwandelt zu werden. Ich wage es, für die Verbindungen des oxygenirt-salzsauren Gas mit verbrennlichen Körpern folgende Benennung vorzuschlagen: „den Namen ihrer Basis mit der Endsylbe *ane*." Auf diese Weise würde *Argentane* Hornsilber, *Stannane* Libav's Flüssigkeit, *Antimonane* Spiessglanzbutter, *Sulphurane* Thomson's schwefelhaltige Flüssigkeit, *Phosphorane* das Phosphor-Sublimat, und so ferner, bedeuten *).

Bei dieser Benennung liesse sich zugleich die Klasse, zu welcher der Körper gehört, und die Beschaffenheit desselben ausdrücken. Enthielte die Verbindung auf 1 Proportion oxygenirt-salzsaurem

*) Für die deutsche chemische Sprache sind diese Namen nicht brauchbar. Statt ihrer wüsste ich keine schicklicheren in Vorschlag zu bringen, als Zusammensetzungen aus dem Worte *Chloran* und der deutschen Benennung der Basis, z. B. *Chloran-Silber*, *Chloran-Zinn*, *Chloran-Spiessglanz*, *Chloran-Schwefel*, *Chloran-Phosphor* u. s. f. Und zwar schlage ich mit Absicht die Biegung *Chloran* (nicht *Chlorine*) vor, um einestheils durch Aehnlichkeit des Klangs einer Endsylbe an Davy's Nomenclatur zu erinnern, anderntheils durch die Verwandlung Chlorine in Chloran darauf hinzudeuten, dass dieses Verbindungen von einer andern Klasse sind, als die Verbindungen der verbrennlichen Körper unter einander, welche ich durch Zusammenstellung der Namen dieser Körper bezeichne, z. B. Schwefel-Zinn, Phosphor-Blei, u. s. w.; eine Bezeichnung, worin alle deutsche Chemiker den Annalen gefolgt zu seyn scheinen. Wenn Hr. Davy sich in seinen zukünftigen Arbeiten der von ihm hier vorgeschlagenen Nomenclatur bedienen sollte, so werde ich sie auf diese Art im Deutschen wiedergeben. *Gilbert.*

Gas mehrere Proportionen des verbrennlichen Körpers, so könnte man z. B. dem Namen die Vocale vorsetzen, wobei *a* zwei, *e* drei, *i* vier Proportionen bezeichnen würde; wären dagegen mehrere Proportionen oxygenirt-salzsaures Gas mit 1 Proportion des verbrennlichen Körpers verbunden, so müſste man die Vocale dem Namen anhängen.

Salzsäure ist eine Benennung, die man für die Verbindung des Wasserstoffs mit oxygenirt-salzsaurem Gas beibehalten muſs; eben so die bisherige Weise, die Zusammensetzungen aus diesem Körper und aus den Oxyden nach Art der andern Neutralsalze zu bezeichnen *). So also sind salzsaures

*) Wollte man den Namen der Salzsäure, *acide muriatique (muriatic acid)* in den *acide muriatique hydrogéné* oder *acide hydromuriatique (hydrogenated muriatic or hydromuriatic acid)* verwandeln, und die diese Säure enthaltenden Salze *muriates hydrogénés* oder *hydromuriates (hydrogenated muriates or hydromuriates)* nennen, so würde es nicht schwer seyn, eine Modification der jetzigen Benennung des oxygenirt-salzsauren Gas aufzufinden, welche den neuen Ansichten entspräche, und zugleich ihre Beziehung zur Salzsäure ausdrückte, z. B. *gas demuriatique (demuriatic gas)* oder *gas oxymuric (oxymuric gas)*, und dann wären die Verbindungen aus oxygenirt-salzsaurem Gas *demuriates* oder *oxymuriates* zu nennen. Dieses würde eber die Verbreitung richtiger Ansichten in diesem Theile unserer chemischen Kenntnisse viel verwickelter und schwieriger machen, als die Methode der Bezeichnung, welche ich vorgeschlagen habe. Bedenken wir den Zustand der Kindheit, worin sich diese Untersuchungen befinden, so dürfte es überhaupt gerathen seyn, die Annahme irgend einer neuen Benennung für solche Verbindungen fürs Erste noch auszusetzen. Es ist möglich, daſs das oxygenirt-salzsaure Gas ein zusammen-

Ammoniak, salzsaure Magnesia u. s. f. auch in der neuen Ansicht dieser Gegenstände vollkommen richtige Ausdrücke.

Doch ich verweile mich hierbei nicht länger. Was ich hier gebe, sind bloſse Vorschläge, durch die ich die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf diesen Gegenstand zu lenken wünsche. Indem die Chemie allmählig immer mehr vervollkommnet werden wird, müssen manche andere Veränderungen in der chemischen Sprache nothwendig werden. Es ist zu wünschen und zu hoffen, daſs man sich bei diesen Veränderungen jedesmahl von allen speculativen Ansichten unabhängig erhalten, und die neuen Namen nicht aus der Theorie schöpfen, sondern vielmehr von irgend einer einfachen und unveränderlichen Eigenschaft der zu bezeichnenden Körper ableiten werde, und daſs zugleich die Chemiker dahin übereinkommen werden, sich lediglich willkührlicher Bezeichnungen zu bedienen, um die Klasse anzudeuten, zu welcher zusammengesetzte oder einfache Körper gehören.

gesetzter Körper sey, und daſs es mit dem Sauerstoff ein gemeinsames Element habe; bis jetzt aber haben wir nicht mehr Recht auszusagen, das oxygenirt-salzsaure Gas enthalte Sauerstoff, als zu behaupten, Zinn enthalte Wasserstoff; Namen sollen aber Sachen und nicht Meinungen ausdrücken, und bevor nicht ein Körper zersetzt ist, müssen wir ihn für einfach nehmen. *Davy.*

III.

Über eine neue Verbindung, in welche oxygenirt-salzsaures Gas und Sauerstoff mit einander treten,

von

Humphry Davy, Esq.

(Vorgelesen in der königl. Societät zu London am 21. Febr. 1811.) *)

Ich erbitte mir die Erlaubniss der königl. Societät von einigen Versuchen Bericht zu erstatten, welche ich über eine neue Verbindung angestellt habe, in die das oxygenirt-salzsaure Gas mit Sauerstoff tritt. Diese Versuche haben mich auf neue und überraschende Resultate geführt, und scheinen mir über einen interessanten Zweig der Chemie Licht zu verbreiten. Ich wurde auf sie durch die Verschiedenheit geleitet, welche sich in den Eigenschaften des oxygenirt-salzsauren Gas zeigt, je nachdem es auf verschiedene Arten bereitet wird. Alle Untersuchungen anzuführen, die ich angestellt habe, würde zu umständlich seyn; ich wende mich daher sogleich zu den Haupt-Thatsachen, welche von den, den chemischen Ausschuss bildenden, Mitgliedern der königl. Societät beglaubigt worden sind.

*) Aus Davy's Handschrift übersetzt in der *Bibl. Britann. Juin.* 1811. und darnach frei bearbeitet von *Gilbert.*

Das mit *Manganes-Oxyd* bereitete oxygenirt-salzsaure Gas hat, wenn das Oxyd rein ist, stets einerlei Beschaffenheit, es mag mittelst Schwefelsäure und eines salzsauren Salzes, oder mittelst Salzsäure entbunden worden seyn, und man mag es über Wasser oder über Quecksilber aufgefangen haben. Die Farbe desselben ist blas-gelb; Wasser verschluckt davon ungefähr das doppelte seines Volumens und bleibt ungefärbt; die Metalle verbrennen darin leicht; es verbindet sich mit Wasserstoffgas, ohne die geringste Feuchtigkeit abzusetzen; und es hat gar keine Einwirkung weder auf Salpetergas, noch auf salzsaures Gas, noch auf gasförmiges Kohlenstoff-Oxyd, noch auf schwefligsaures Gas, wenn diese Gasarten mit Sorgfalt getrocknet worden sind. Ich habe mich dieses oxygenirt-salzsauren Gas zu allen meinen Versuchen, die man in meinen beiden vorigen Abhandlungen findet, über die Verbindungen, welche dasselbe eingeht, bedient.

Das durch Einwirkung von Salzsäure auf sogenannte *überoxygenirt-salzsaure Salze* sich bildende Gas, ist dagegen in seinen Eigenschaften verschieden, nach Verschiedenheit der Art, wie es bereitet und aufgefangen wird. Nimmt man viel Säure und wenig Salz, und fängt das Gas über Wasser auf, so wird das Wasser citronengelb, und das Gas ist dasselbe, als das, welches aus Manganes erhalten wird. Nimmt man dagegen schwache Säure, und einen grossen Ueberfluss an Salz, braucht ge-

ringe Wärme, und fängt das Gas über Quecksilber auf, so ist es sehr bestimmt und sehr glänzend grünlich gelb, und weicht in seinen Eigenschaften von dem über Wasser aufgefangenen Gas sehr ab. Nicht selten detonirt es beim Ueberfüllen aus einem Gefäfse in ein anderes, wobei Wärme und Licht frei werden, und das Volumen des Gas gröfser wird; und es läfst sich mittelst einer geringen Wärme stets von selbst zum detoniren bringen, wozu nicht selten schon die Wärme der Hand ausreicht. Dieses Gas ist aus oxygenirt-salzsaurem Gas und Sauerstoff zusammengesetzt und mit ein wenig oxygenirt-salzsaurem Gas vermengt, wie aus dem Rückstande bei den freiwilligen Detonationen desselben erhellet, wobei es $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{5}$ seines Volums Sauerstoffgas hergiebt, seine glänzende Farbe verliert, und zu gewöhnlichen oxygenirt-salzsaurem Gas sich umstaltet. *)

Um mir dieses *detonirende Gas* rein zu verschaffen, versuchte ich es aus der Auflösung dessel-

*) Mein Bruder John Davy, der mir bei meinen chemischen Untersuchungen täglich auf eine sehr schätzbare Weise hilft, hatte oft Explosionen bemerkt, wenn er oxygenirt-salzsaures Gas, das er aus überoxygenirt-salzsaurem Kali bereitet hatte, über Quecksilber umfüllte, und er war geneigt, diese Explosionen dem Verbrennen des Quecksilberhäutchens, welches mit dem Gas in Berührung war, zuzuschreiben. Ich versuchte mehrmals umsonst diesen Erfolg zu erhalten; endlich glückte es mir, als ich bei dem Entbinden des Gas eine so schwache Säure genommen hatte, dafs sie ohne Mithülfe der Wärme auf das Salz nicht wirkte; und hiebei überzeugte ich mich, dafs diese Explosion eine Wirkung der Zersetzung des Gas ist. *Davy.*

hen im Waſſer durch Wärme auszutreiben; dabei erfolgte aber eine partielle Zerſetzung des Gas, und es entband ſich Sauerſtoffgas und oxygenirt - ſalzſaures Gas. Da ich fand, daſs, wenn ich das Gas recht rein erhielt, es faſt gar nicht auf das Queckſilber wirkte; ſo verſuchte ich es durch Schütteln mit Queckſilber in einer Glasröhre von dem beigemengten oxygenirt - ſalzſaurem Gas zu trennen; es bildete ſich dabei Calomel, und ich erhielt eine elaſtiſche Flüſſigkeit, die von dem vierten Theile ihres Volumens Waſſer faſt ganz verſchluckt wurde.

Wenn dieſes Gas rein iſt, ſo zerſetzt es ſich ſo leicht, daſs es gefährlich iſt, mit gröſsern Mengen deſſelben zu operiren. Bei einem meiner Verſuche detonirten 40 Kub. Zoll in einer Flaſche aus dickem Glaſe, welche ich in den Händen hielt, mit Erzeugung von Licht und mit einer ſtarken Exploſion; das Glas zerbrach, und die Stücke wurden in groſse Entfernungen geſchleudert.

Um dieſes Gas zu *analyſiren*, machte ich es in einer umgebognen Glasröhre durch die Wärme einer Weingeiſtlampe detoniren, und ſchied das dabei entbundne oxygenirt-ſalzſaure Gas durch Waſſer ab. — Salpetergas zeigte, daſs das zurückbleibende Sauerſtoffgas rein war. Durch das Detoniren wurden 50 Maaſs des detonirenden Gas zu 60 Maaſs, und nach dem Verſchlucken des oxygenirt- ſalzſauren Gas durch Waſſer blieben 20 Maaſs Sauerſtoffgas zurück. Mehrere andre Verſuche gaben ähnliche Reſultate. Aus ihnen läſst

sich daher schliessen, dass dieses Gas 2 Maass oxygenirt-salzsaures Gas auf 1 Maass Sauerstoffgas enthält, und dass sich darin das Sauerstoffgas um die Hälfte seines Volums verdichtet befindet; welches die Theorie der einfachen Mischungsverhältnisse und den von Hrn. Gay-Lussac mit so vieler Gelehrsamkeit entwickelten Gesetzen, nach denen gasförmige Flüssigkeiten sich unter einander verbinden, entspricht.

Ich habe bei einer andern Gelegenheit gezeigt, dass die Zahlen, welche die Proportionen darstellen, in welchen Sauerstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas sich mit einander verbinden, nahe 7,5 und 32,9 seyn möchten. Dieses neue zusammengesetzte Gas enthält ungefähr ähnliche Proportionen. *)

Der *Geruch* des detonirenden Gas hat, wenn es rein ist, Aehnlichkeit mit dem Geruch von gebranntem Zucker, dem der Geruch von oxygenirt-salzsaurem Gas beigemengt ist. — *Wasser* scheint davon das 8- bis 10fache seines Volums in sich auf-

*) In den *Philosophical Transactions for* 1810. p. 246. [oben S. 26] habe ich angegeben, dass 100 Kub. Z. oxygenirt-salzsaures Gas 74 bis 75 Grain wiegen. Dieses Gas war aus über-oxygenirt-salzsaurem Kali entbunden und über Wasser aufgefangen worden, und ich glaubte damals, es unterscheide sich von dem Gas, das mit Manganes erhalten wird, bloss durch grössere Reinheit. Wahrscheinlich enthielt es etwas von dem neuen Gas. Von reinem *oxygenirt-salzsaurem Gas wiegen* 100 Kub. Z. ungefähr einen Grain mehr, oder zwischen 75 und 76 Grain. Nehmen wir diese Schätzung an, dass 100 Kub. Z. des neuen Gas 74 Grain wiegen, so ist die Zahl, welche die Proportion darstellt, in welcher das oxygenirt-salzsaure Gas sich verbindet, ein wenig höher als die oben angegebene. *Davy.*

zunehmen; doch wurde der Versuch über Quecksilber angestellt, welches einen Irrthum veranlassen könnte, obschon das Quecksilber nicht auf dieses Gas zu wirken scheint. Das Wasser wurde dunkel-orangegelb.

Wenn ich 1 Maass dieses neuen Gas mit 2 Maass *Wasserstoffgas detonirte*, fand eine Absorption von mehr als ein Drittel Statt, und es bildete sich eine Auflösung von Salzsäure. War das detonirende Gas in Uebermaass, so wurde das Sauerstoffgas stets hinausgetrieben, welches beweist, dass der Wasserstoff eine grössere Verwandtschaft zu dem oxygenirt-salzsauren Gas als zum Sauerstoffgas hat.

Dass *Quecksilber* in der gewöhnlichen Temperatur auf das neue Gas nicht wirkt, wenn es möglichst rein ist, habe ich schon angeführt. *Kupfer* und *Spiessglanz*, die im oxygenirt-salzsauren Gas so leicht verbrennen, hatten auf das detonirende Gas im Kalten keine Einwirkung; war das Gas aber zuvor erwärmt worden, so wurde es, sobald man diese Metalle hinein brachte, zersetzt, der Sauerstoff desselben wurde in Freyheit gesetzt, und in dem oxygenirt-salzsauren Gas verbrannten die Metalle.

Als ich *Schwefel* in das detonirende Gas brachte, zeigte sich anfangs keine Wirkung; aber bald darauf entstand eine Explosion, und es verbreitete sich der eigenthümliche Geruch des oxygenirt-salzsauren Schwefels. — *Phosphor*, der in das Glas in der niederen Temperatur gebracht wurde, bewirkte eine glänzende Explosion, und es entstand

Phosphorsäure und fester oxygenirt-salzsaurer Phosphor. — *Arsenik* entflammt sich in dem Gas nicht; als ich aber das Gas zum detoniren brachte, verbrannte das Metall mit hellem Glanze in dem oxygenirt-salzsauren Gas. — Auch *Eisendraht* verbrannte in dem Gas nicht, bis ich es durch Hitze zum detoniren brachte, dann aber verbrannte er in dem zersetzten Gas mit hellem Lichte.

Als ich glühende *Kohle* in das Gas brachte, entstand ein Blitzhelles Licht, und darauf verbrannte die Kohle dunkelroth glühend, welches unstreitig auf die Einwirkung des dem oxygenirt-salzsauren Gas beigemengten Sauerstoffgas beruhte.

Wird das detonirende Gas mit *Salpetergas* vermengt, so entstehn rothe Dämpfe und Raum-Verminderung. — Vermischt man es mit *salzsaurem Gas*, so vermindert sich das Volumen allmählig, und schnell, wenn man Wärme zu Hülfe nimmt; es entsteht oxygenirt-salzsaures Gas, und an den Wänden des Gefäſses setzt sich etwas Thau ab.

* * *

Aus diesen Versuchen läſst es sich erklären, woher es kömmt, daſs verschiedne Schriftsteller dem oxygenirt-salzsauren Gas verschiedene Eigenschaften beigelegt haben. Daſs man bisher das detonirende Gas noch nicht aufgefangen hatte, rührt daher, weil man das Product der Zersetzung des überoxygenirt-salzsauren Kalis durch Salzsäure stets über Wasser ansammelte, und bevor das Wasser

nicht mit dem detonirenden Gas völlig geschwängert ist, erhält man dabei blos oxygenirt-salzsaures Gas. Ein andrer Umstand, der verhindert haben mag, daſs man dieses Gas nicht früher entdeckt hat, kann darin liegen, daſs man eine zu starke Säure genommen hat.

Das detonirende Gas hat die Eigenschaften, welche Hr. Chevenix in seiner gründlichen Abhandlung über die oxygenirte Salzsäure der überoxygenirten Salzsäure zuschreibt, und es beweist sich daraus die Richtigkeit seiner Vermuthung, daſs eine Verbindung von oxygenirt-salzsaurem Gas und Sauerstoff für sich zu bestehn vermöge. Die Explosionen, welche erfolgen, wenn man die Producte des überoxygenirt-salzsauren Kali zu erhalten sucht, rühren offenbar von der Zersetzung dieses neuen, durch seine Eigenschaften ausgezeichneten Gas her.

Diese neuen Thatsachen bestätigen, wie es mir scheint, alle Schlüsse, welche ich über die *Unzersetzbarkeit des oxygenirt-salzsauren Gas* gemacht habe. Enthielte das oxygenirt-salzsaure Gas Sauerstoff, so wäre nicht wohl zu begreifen, wie das neue Gas dem salzsauren Gas, welches schon Sauerstoff innig gebunden enthalten soll, noch mehr Sauerstoff abtreten könnte; aus der Hypothese, daſs die Salzsäure eine Verbindung von Wasserstoff und oxygenirt-salzsaurem Gas ist, erklären sich dagegen alle Erscheinungen genügend. Wenn die Eigenschaft der verbrennlichen Körper, in oxygenirt-salzsaurem

Gas zu verbrennen, auf der Gegenwart von Sauerstoff beruhten, so müſsten alle diese Körper in dem neuen Gas mit mehr Energie als in jenem verbrennen; aber Kupfer, Spieſsglanz, Arsenik, Eisen und Schwefel wirken auf dasselbe gar nicht, bis es sich zersetzt, und dann wirken sie nach ihrer eigenthümlichen Verwandtschaft zum Sauerstoffgas und zum oxygenirt-salzsauren Gas.

Wenn Sauerstoffgas und oxygenirt-salzsaures Gas zu derselben Klasse von Körpern gehören, so kann ihre gegenseitige Verwandtschaft nur sehr klein seyn; und so ist es in der That. Sie werden durch Verwandtschaft zu jedem andern Körper von einander getrennt, und durch einen geringen Grad von Wärme werden sie dahin gebracht, einander zurück zu stoſsen.

Das lebhafteste uns bekannte Verbrennen wird durch Verdichtung von Sauerstoffgas oder von oxygenirt-salzsaurem Gas hervorgebracht. In den hier beschriebenen Versuchen entsteht dagegen eine heftige Explosion mit Wärme und Licht dadurch, daſs diese beiden Gasarten sich expandiren und trennen, welches ein ganz neuer Umstand in der physikalischen Chemie ist.

Das neue Gas zerstört die trocknen Pflanzenfarben, verwandelt sie jedoch zuvor ins Röthliche. Dieser Umstand, und die groſse Verschluckbarkeit desselben durch Wasser, machen mich der Meinung des Hrn. Chevenix geneigt, daſs es sich der Natur einer *Säure* nähere. In dem überoxygenirt-

salzsauren Kali ist es wahrscheinlich mit dem Peroxyd des Kaliums verbunden.

Dass das oxygenirt-salzsaure Gas und das Sauerstoffgas sich unter den hier beschriebenen Erscheinungen mit einander verbinden und wieder von einander trennen lassen, scheint mir die Meinung zu bestätigen, dass sie zwei verschiedene Substanzen sind, welche einige Analogie haben. Die Hypothese, dass das salzsaure Gas aus Sauerstoff und einer Basis besteht, lässt sich unstreitig vertheidigen, doch nicht minder die Annahme, dass die Bestandtheile dieses Gas Wasserstoff und oxygenirte Salzsäure sind.

Das oxygenirt-salzsaure Gas ist bisher so wenig als das Sauerstoffgas zersetzt worden. Folgender Versuch, den ich vor einiger Zeit angestellt habe, ist der Meinung, dass es Sauerstoff enthalte, eben so sehr entgegen, als die mehrsten derer, die ich in meinen vorigen Abhandlungen angeführt habe. Ich trieb durch eine bis zum Glühen erhitzte Röhre aus grünem Glase Dämpfe des festen oxygenirt-salzsauren Phosphors zugleich mit Sauerstoffgas; beide zersetzten sich, und es entstand Phosphorsäure und oxygenirt-salzsaures Gas. Enthielte aber der oxygenirt-salzsaure Phosphor Sauerstoff, so wäre der Grund einer solchen Zersetzung nicht einzusehn, indess sie sich sehr leicht erklären lässt, wenn man das oxygenirt-salzsaure Gas für ein chemisch-einfaches Wesen nimmt: der Sauerstoff hat zum Phosphor eine grössere Verwandtschaft als zum oxygenirt-salzsauren Gas, folglich muss er

den Phosphor diesem letztern, wenn er an dasselbe gebunden ist, entreissen.

Da das neue Gas in seiner reinsten Gestalt von glänzend gelber Farbe zu seyn scheint, so läſst sich der Name desselben nicht unschicklich von dieser Eigenschaft und von der Beziehung entlehnen, worin es zu dem oxygenirt-salzsauren Gas steht. Da ich dieses letztere *Chlorine* genannt habe, so schlage ich für diesen neuen Körper den Namen *Euchlorine* vor, von ευ und χλωρος *). Uebrigens lege ich keinen grossen Werth auf diesen Theil der Nomenclatur, und ich bin sehr geneigt, jedem andern Namen den Vorzug zu geben, welcher den gelehrten Chemikern dieser Societät scheinen sollte der am mehrsten passende zu seyn.

*) Beide Namen bedeuten *sehr gelb*. Davy.

IV.

Ueber die Bewegungen ſogenannter Pendel, in Beziehung auf zwei der neueſten Schriften über dieſen Gegenſtand,

vom

Doctor Renard,

Stadtarzt in Mainz. *)

Bekannt mit den ältern und neuern Verſuchen und Schriften über dieſen Gegenſtand, würde ich im Jahre 1811 keine Verſuche mehr mit ſogenannten Pendeln angeſtellt haben, wäre ich nicht dazu durch eine Schrift des Herrn Profeſſors Gerboin in Straſsburg veranlaſst worden. Ihr Titel iſt: *Recherches expérimentales ſur un nouveau mode de l'action électrique par Ant. Cl. Gerboin, Profeſſeur de l'école ſpeciale de médecine de*

*) „Ich darf mich, ſchreibt mir der Herr Verf., einigermaſsen als ein Opfer des Pendelſchwindels anſehn, woran ſeit Ritter nicht wenige krank geweſen ſind, indem zwei neuerſchienene Schriften über dieſen Gegenſtand mich veranlaſst haben, denſelben ſehr viel Zeit aufzuopfern, in welcher ich endlich zu nichts, als zu negativen Reſultaten gelangt bin. Dieſe glaube ich Ihnen für Ihre Annalen, aus denen ich ſo manche Aufklärung geſchöpft habe, als Beſtätigung der von Ihnen aufgeſtellten Grundſätze, und dem Publikum zur Warnung mittheilen zu müſſen. Ich kenne weder Hrn. Gerboin noch Hrn. Spindler, und meiner Kritik iſt jede andre Beziehung fremd, als die auf Wiſſenſchaft." G.

Strasbourg, *membre de plusieurs sociétés savantes. Strasbourg* 1808. gr. 8. 360 S. u. 1 Kupftl. Die Jahrzahl, der Name und die Stelle des Verfassers machten meine Aufmerksamkeit rege. Ich dachte, ein geachteter Professor an einer medicinischen Specialschule Frankreichs würde sich mit dem Schwefelkies-Pendel und ähnlichem nicht befaſst, am wenigsten aber ein 360 Seiten starkes Buch darüber und *dafür* geschrieben haben, wenn er nicht Beweise hätte liefern können.

Ich lieſs mir Gerboin's Werk kommen und machte selbst alle seine Versuche nach, mit Pendeln, die ich ganz nach seiner Vorschrift und nach seinen Maaſsen und Gewichten von einem guten Drechsler aus Holz und aus Kupfer hatte verfertigen lassen. Alle Versuche gelangen nach Wunsch; das Pendel ging in meiner Hand, wie es bei den Menschen schwingt, welche, nach Hrn. Gerboin, die *qualité expansive* besitzen. Einer meiner Freunde, Herr N., hatte in dem nämlichen Sinne die *qualité perturbatrice* des Hrn. Gerboin. Die meisten meiner Freunde aber, welche mit festem Arm und Leibeskraft versehen sind, hielten das Pendel Viertelstunden lang, ohne daſs es anschlug. Nach dem nämlichen Schriftsteller schadet dieses der wichtigen Entdeckung der Pendelschwingung Nichts, welche derselbe im Jahre 1798 zu Paris gemacht haben will, und hier als sein Eigenthum, namentlich gegen Ritter, vindicirt. Denn das Pendel bewegt sich unter den Fingern von Personen

nicht, welche die *qualité compressive* besitzen. Meine Freunde, bei welchen das Pendel nicht schwang, gehörten also in diese Categorie.

Ich wiederholte nach und nach theils für mich allein, theils in Gesellschaft mehrerer Aerzte und Physiker, den grössten Theil der Versuche, welche das angeführte Buch, 253 an der Zahl, enthält. Sie gelangen mir beständig, doch blieb mir der Wunsch, die Wahrheit und Nothwendigkeit des Erfolgs noch näher zu prüfen. Meine gelehrten Freunde hegten das nämliche Verlangen, und es war nicht schwer, die Gelegenheit dazu zu finden. Ich wählte auf Gerathewohl den 200ten Versuch des Herrn Gerboin, der folgendermaßsen lautet:

„Hält man das Pendel über ein vom Stengel, oder vom Blattstiele oder von der Wurzel einer Pflanze abgeschnittenes Stück, es sei von welcher Länge es wolle, (wenn es nur noch mit seiner Rinde versehen ist, und auf beiden Seiten eine ebene durchschnittene Fläche hat,) so schwingt das Pendel über der Seite, welche in dem natürlichen Zustande der Pflanze nach oben gerichtet war, von der Linken zur Rechten (*oxygene Richtung*); über der Durchschnittsfläche aber, welche, der Natur der Pflanze nach, nach unten gerichtet war, bewegt sich das Pendel von der Rechten zur Linken (*hydrogène Richtung*).“

Dieses Versuches muss man sich also bedienen können, um z. B. von einer gegebenen Wurzelscheibe bestimmen zu können, welche Seite nach oben und welche nach unten gerichtet war. Diess bestimmte mir mein Pendel auch immer richtig, wenn ich mir selbst die Scheibe geschnitten und unter das Pendel gelegt hatte; keineswegs aber, wenn

eine andere Perfon, ohne mein Wiffen, die Wurzelfcheibe unter mein Pendel brachte; in welchem Fall es nur felten fo fchwang, wie es follte, oder meiftens falfche Refultate gab.

Diefe Verfuche wurden von mir oft und lange mit Geduld und in Hoffnung eines günftigen Erfolgs wiederholt. Sie entfprachen meiner Erwartung nicht. Ich freute mich zu fehn, dafs das Pendel über Waffer oder über Glas, welches ich magnetifirt hatte, nicht mehr kreisförmig, fondern der Länge nach fchwang. Ueber einem Glafe voll electrifirtem Waffer ftand das Pendel unbeweglich ftill. Ich hätte beinahe geglaubt, etwas Neues in dem Neuen gefunden zu haben. Ich nahm fechs gleiche Gläfer voll Waffer, magnetifirte eins, ein anderes wurde mit Glaselectricität gefchwängert, und nun verfuchte ich, mit meinem Pendel das magnetifirte Waffer zu finden. Allein es fchwang über einem andern Glafe, als diefem, in gerader Linie.

Gerboin's Verfuche erfchienen mir nun auf einmal in einem nachtheiligen Lichte. Ich fah mich daher nach einem Haupt-Verfuche um, mit welchem ich diefen Schriftfteller, welcher die Pendelfchwingungen der *organifchen Electricität* zufchreibt, mit feinen eignen Waffen fchlagen und widerlegen könnte.

Glas und weifse oder ungebleichte Seide ifoliren, wie Hr. Gerboin fagt, die organifche Electricität, und können nicht zu Pendelverfuchen dienen. Das Pendel bewegt fich nicht, wenn es von gemeinem Glas ift (143fter Verfuch). Es fchwingt nicht, wenn es an

einem weissen Seidenfaden hängt (130ster Versuch). Lässt man den Faden des Pendels über einen *wohlbefestigten* Glasstab laufen, um welchen er einige Mahl umher geht, so wird die Bewegung des Instruments sehr schwach und in gewissen Fällen null seyn (141ster Versuch). Wickelt man den Faden, woran das Pendel hängt, um das letzte Glied eines Fingers, den Mittelfinger ausgenommen, so geräth das Pendel in Schwingungen, welche um so stärker sind, je näher sich der Faden an der Spitze des Fingers befindet (21ster Versuch).

Zu diesen vier Versuchen ersann ich einen neuen, den ich meinem Freunde Hrn. Gasc, Professor der physikalischen Wissenschaften an der Academie zu Mainz, als ein Prüfungsmittel der Gerboin'schen Versuche vorschlug, und den dieser für passend und zweckmässig erklärte, daher ich ihn sogleich zur Ausführung brachte.

Ich machte mir ein Pendel von Glas, an einem 8 Zoll langen weissen Seidenfaden hängend, und befestigte das obere Ende dieses Fadens an eine Schuhlange Barometerröhre durch einige Umwindungen. Diese Röhre nahm ich an ihrem andern Ende zwischen die Spitzen des Daumens und Zeigefingers meiner rechten Hand, und hielt sie horizontal, so dass das gläserne Pendel 2 Zoll hoch über einem Conventionsthaler hing; *es kam, wie die andern Pendel, zum Schwingen,* nicht nur über Metall, sondern sogar über einer runden Glasscheibe von 3 Zoll Durchmesser. Dieses letztere widerspricht auch noch dem 150sten und 179sten Versuche, die überdiess unter sich selbst im Widerspruche sind. —

Die Barometerröhre, um welche, als meinen verlängerten Fingern, der seidene Faden des Pendels gewickelt war, leitete folglich die organische Electricität, welche doch durch Glas isolirt wird, wie Hr. Gerboin S. 197. sagt; auch Seide und Glas können zum Pendelinstrument dienen, und dieses schwingt über einer runden Glasscheibe so gut, wie über einer Zink- oder Silberplatte; welches alles nach unserm Schriftsteller nicht seyn dürfte.

Nach diesen Versuchen halte ich mich für überzeugt, dass das Pendel nur durch den Einfluss in Schwingungen geräth, welchen die Augen unbemerkt auf die Fingerspitzen der frei gehaltenen Hand äussern. Indem das Sehorgan unaufhörlich die Peripherie des unter dem Pendel liegenden Körpers umläuft, theilt sich unmerklich dieselbe Bewegung den Fingerspitzen mit, eine Erklärung, welche Hr. Pfaff uns in Hrn. Gilbert's interessanten Annalen (27ster Band Seite 45 u. f.) mitgetheilt hat. Daraus lassen sich, wie es daselbst geschieht, alle Erscheinungen des Pendels erklären. Was sich daraus nicht ableiten lässt, ist Täuschung, die in solchen Dingen leicht möglich ist.

So gern ich es gesehn hätte, Gerboin's Sätze hätten sich als wahr bewährt, weil man aus ihnen die thierische Electricität, (gemeiniglich der thierische Magnetismus genannt,) gegen jeden Zweifler hätte beweisen können, mit eben so viel Vorliebe und Erwartung nahm ich in die Hand

Herrn Professor Spindler's Werk: *Ueber das Princip des Menschenmagnetismus*. *Nürnberg* 1811. 102 Seiten. 8., worin ich wichtige Aufschlüsse über den immer mehr in Aufnahme kommenden Magnetismus zu finden hoffte, dessen nützliche Anwendung in Krankheiten ich selbst, nach langem Zweifeln, erprobt habe.

Der Herr Verfasser theilt den Menschenmagnetismus in drei Hauptformen: 1) den *Metallanthroponismus;* 2) den *Anthropometallismus* und 3) den *Anthroponismus.* Da blos sein Anthropometallismus in diesen Aufsatz gehört, so übergehe ich die Definitionen der ersten und dritten Hauptform, wovon die erste das Metall- und Wasserfühlen, die andere den thierischen Magnetismus unter sich begreift. Was die zweite betrifft, so setze ich hieher Herrn Spindler's eigne Worte aus der Vorrede: „2tens der *Anthropometallismus*, wo der Mensch, „mit Zurechnung einer glücklichen vorzüglichen „Organisation, durch seinen Willen die grossen „Formen der Natur bestimmen kann, und sie die „Qualität seiner Spontaneität ausdrücken müssen; „dahin rechnen wir z. B. Pendelschwingungen."

„Die Principien der Medicin, sagt Hr. Spindler, reichen nicht hin, die Sache bearbeiten zu können, weil der Stand der Männer, die in unserer gegenwärtigen Zeit die theoretische Medicin (Physiologie überhaupt) bearbeiten, noch zu beschränkt ist." Deswegen ist die Tendenz der Schrift des Herrn Spindler's naturphilosophisch. *Die*

Pendel-Erscheinung ist nach ihm eine der seltensten Formen, die der Physik angehören. Siehe §. 126. — Unsere jetzigen Physiologen mögen sich selbst gegen die Vorwürfe des Verfassers vertheidigen; ich beschäftige mich hier allein mit den Bewegungen des Pendels, als dem einzigen Gegenstande dieser Abhandlung.

Aus meinen oben angegebenen Versuchen, so wie aus dem, was bereits in den Annalen des Hrn. Gilbert verhandelt worden ist, geht hervor, daſs die Pendelschwingungen nicht von der Natur der Körper abhängen, welche man dazu anwendet. Auch ist das Pendel nicht Folge-Verhältniſs des Willens, wie sich Herr Spindler §. 149. ausdrückt. Nähme man nämlich an, daſs der Wille, als in Handlung übergehend, bei den Pendelschwingungen thätig wirke, so gehören die Pendelschwingungen nicht in die Physik; sondern in die Klasse aller übrigen willkührlichen Handlungen; von welchen hier die Rede nicht seyn kann. Der Wille als Wollen und als Gegensatz des thätigen Verhinderns, muſs zwar denjenigen, der das Pendel hält, bestimmen, so zu handeln, daſs Pendelbewegung hervorgerufen werden kann und ihn ermahnen, alles zu vermeiden, was diese Bewegung aufhalten oder hindern könnte. Allein dieser Wille bestimmt die Bewegung nicht. Ja man muſs sogar die Hand so *fest* als möglich, aber frei halten. Wenn derjenige, welcher das Pendel hält, *durch seinen Willen allein die groſsen Formen der Natur bestimmen* und

Pendelſchwingungen hervorrufen könnte, ſo müſste das Pendel auch ſchwingen, *wenn man demjenigen, der es hält, die Augen verbindet oder ſie nur ſchlieſsen läſst,* oder *wenn man durch Berührung oder andere Sinnesreize ſeine Aufmerkſamkeit ableitet*, welches nach Herrn Gerboin keinesweges der Fall iſt. Das Auge folgt vielmehr der Peripherie des Körpers, über welchen das Pendel gehalten wird, und unſere Fingerſpitzen, an ähnliche Bewegungen bei kleinen Arbeiten, Schreiben, Zeichnen, oder beim weiblichen Geſchlechte beim Stricken und Nähen gewöhnt, ahmen dieſe Bewegungen des Sehorgans unmerklich nach. Sie ertheilen dadurch dem Pendel eine Bewegung, die endlich durch Ausdauer in regelmäſsige Schwingungen übergeht. Doch geſchieht dieſes nur bei ſchwächlichen oder weniger ſtarken Menſchen, faſt niemals bei kräftigen und mit einer dauerhaften Conſtitution verſehenen Perſonen, wie ich im Eingange dieſes erwähnt habe. Das Pendel ſchwang nie in den Fingern eines meiner Freunde, der ſich in dem letzten Falle befindet, obſchon er in feinen Arbeiten groſse Kunſtfertigkeit beſitzt. Alſo ſchwingt das Pendel auch keineswegs bei Menſchen, welchen die Natur eine *glückliche vorzügliche Organiſation gegeben hat,* wie Herr Spindler meint. Je ſchwächlicher und reizbarer die Perſon iſt, welche das Pendel hält, deſto eher geräth es in Schwingungen. Daher ſchwang mein Pendel in der Hand mehrerer Frauenzimmer in Kreiſen von auſserordentlichen Durchmeſſern.

Auch das besondere Ding, worüber, als einem zweiten Polarpunkte, das Pendel nach demselben Verfasser schwingt, wirkt nicht als Factor bei der Pendelschwingung. Mein Pendel geräth in Schwingungen über Metall, wie über Glas, und auch über einem in den Staub des Bodens gezeichneten Kreise. Die Bewegung, welche mein Pendel über den nämlichen Körpern annahm, war, wenn ich ihre Natur nicht kannte, sich niemals gleich.

So hätte also der *Anthropometallismus* keinen neuen Namen, an welchen unser Zeitalter ohnediess einen ungeheuern Reichthum hat, verdient, nachdem schon vor vier bis fünf Jahren so viel Wahres in den Gilbert'schen Annalen über Pendelschwingung gesagt worden ist. Nur zur Warnung hätte Herr Spindler, welchem Gerboin's Werk unbekannt zu seyn scheint, seinen Zuhörern (auf deren Zureden diese naturphilosophische Erklärung des Magnetismus als Vorlesung entstand,) von den zeitfressenden Pendelversuchen reden sollen. Denn sie liefern gar kein genügendes Resultat und müssen als ein ganz gescheiterter anthropologischer Versuch angesehen werden. So habe ich mich für meine Person insbesondere gar sehr über den Verlust an Zeit zu beklagen, welchen ich durch die Wiederholung der Gerboin'schen Versuche und durch Anstellung der Gegenversuche erlitten habe.

Eben so sehr bedaure ich es, den *thierischen Magnetismus* durch Herrn Professor Spindler mit den Pendelversuchen in eine Klasse gestellt zu

sehen. Die Realität der thierischen Electricität in physiologischer und therapevtischer Hinsicht tritt täglich in hellerem Lichte hervor, und Herr Spindler selbst erkennt sie an; ja die grössten Physiologen und Aerzte fangen jetzt an, dafür zu schreiben. Und doch setzt das mehrerwähnte Buch die thierische Electricität mit den Pendelversuchen in eine Reihe!

Als die einzige Frucht meiner Pendelversuche sehe ich die Beobachtung an, dass das Pendel, gegen entblösste Theile nervenschwacher Menschen gehalten, daselbst gewisse Sensationen erregt, welche der thierischen Electricität zuzuschreiben sind. Nervenschwache fühlen Kälte, Wärme, ja sogar brennende Hitze, wie von einer Kohle, welche sich über ihre Haut in der Richtung bewegt, in welcher das Pendel schwingt. Eine Dame, welche für die thierische Electricität sehr empfänglich ist, bekömmt Schluchzen, wenn mein Pendel über ihrer Hand schwingt. Ein anderes nervenkrankes Frauenzimmer, welches eine hauchartige Wärme aus meinen Fingerspitzen an den verschiedenen Theilen ihres Körpers spürt, gegen welche ich sie in der Entfernung von mehreren Zollen richte, wird nach einer halben Minute von allgemeinen Krämpfen befallen, wenn ich das Pendel über irgend eine Stelle ihres Körpers halte. Es versteht sich, dass das Pendel hier nicht von idioelectrischen Körpern gemacht seyn und an keinem weissen Seidenfaden hängen darf.

Der Leser verwundere sich nicht, daſs ich mich des Ausdrucks *thierischer Electricität*, statt *thierischen Magnetismus*, bediene. Meine Gründe dafür beziehen sich theils auf physikalische, theils auf anthropologische Phänomene. Die Sprache versteht unter Magnet das magnetische Eisen. Da der Mensch kein Eisen ist und seyn kann, kann es auch keinen Menschen-Magnetismus geben. An *Somnambulen* bemerkt man ohnedies keine Pole; auch können sie durch Glas, Harz und Seide isolirt werden, da die Kraft des Magnets durch Glas durchwirkt. — Die sogenannten idioelectrischen Körper, auf Somnambulen und *Cataleptische* angewandt, deuten eher auf eine der Electricität ähnliche Flüssigkeit, als auf Magnetismus hin. Ich bemerke hier, daſs die Catalepsis Erscheinungen darbietet, welche alle Aerzte, bis auf den sel. D. Petetin von Lyon, übersehen haben, und welche beweisen, daſs Cataleptische in ihrem Anfalle natürliche, d. h. ohne Kunst und ohne Manipulation, durch Krankheit gebildete Somnambulen und Clairvoyanten sind, wie es auſser Petetin auch Herr Peschier, ein Arzt aus Genf *), und ich selbst zwei Mahl beobachtet haben. Auch der berühmte Professor und Physiologe, Herr Dumas in Montpellier, erzählt einen ähnlichen Fall in einem pariser medicinischen Journale. Ich nahm wahr, wie eine Cataleptische durch eine 15schuhige befeuchtete Schnur hörte, welche man mit ihrer Herzgrube in

*) Laut seines Briefs an mich vom J. d. Jahres. *R.*

in Verbindung brachte, während man auf das andere Ende derselben im Hofe sprach, obschon die Schnur durch das verschlossene Fenster durchlief und die Kranke ohne Gehör, kurz, ohne Sinn war, wie ich und ein anderer Arzt, Herr D. Westhofen, uns durch mehrere Versuche vollkommen überzeugt hatten [?] — Doch hiervon mehr in einer eigenen Schrift.

Was die Benennung *Mesmerism* betrifft, so halte ich sie für unzweckmäſsig, weil schon vor Mesmer durch thierische Electricität geheilt worden ist und auch der Name manchem verdächtig klingt. Schon im Jahre 1701 lehrte Balthasar Krysingius durch Berührung des Ohres mit den Fingerspitzen das Zahnweh heilen (s. seine Dissertation *de odontalgia tactu sananda. Kiliae* 1701.), und erzählt daselbst viele in den ältesten Zeiten durch Berührung bewirkte Heilungen. Gerboin nennt den thierischen Magnetismus die Berührungs-Medicin, *la médecine des attouchemens.*

Sehr anstöſsig fand ich den Ausdruck der neuesten Spindler'schen Schrift (über das Princip des Menschen-Magnetismus), daſs *der Glaube* (in Beziehung auf unsere Forschung, sagt Herr Spindler) *ein Zweig des thierischen Magnetismus sey!* Wie kann ein Professor an einer der ersten deutschen katholischen Akademien mit einer solchen Aeuſserung vor das Publicum treten? Sind Kraft, Wille und Gefühl eins? Das Mädchen von Strahlungen, von welchem Herr Spindler erzählt, daſs sie alles,

was man lateinisch zu ihr sprach, verstand, und eine ganze Reihe von Handlungen ganz vollkommen den Befehlen gemäss unternahm, war darin den Cataleptischen gleich, die, wie Petetin beobachtete, [?] von den Gedanken der sie umgebenden Personen unterrichtet seyn können und Fragen beantworten, welche man erst an sie thun will.

Ich verlasse diesen nicht hierher passenden Gegenstand, auf welchen ich in einer besondern Schrift zurückzukommen gedenke. Es ist sicher, dass die Catalepsis von den Aerzten bis jetzt noch nicht genug gekannt war. Die merkwürdigste Erscheinung dieser Krankheit, welche ans Wunderbare gränzt, verdient die grösste Aufmerksamkeit von Seiten der Aerzte, ich meine die Fähigkeit, bei Unterdrückung aller Sinne, auf der Herzgrube und an den Finger- und Zehenspitzen Sinnes-Eindrücke zu empfangen.

ANHANG,

die Wirkung der Electricität und des Magnetismus auf die Mimosa pudica und einen Versuch von Gruithuisen betreffend.

(Aus einem Schreiben des Verf. an den Herausgeber.)

Mainz d. 25. Aug. 1811.

Seit einigen Tagen beschäftige ich mich mit Versuchen über den Einfluss der Glaselectricität auf die *Mimosa pudica*. Ich weiss, dass ich hierin tüchtige Vorgänger, ältere und neuere, gehabt habe; allein ich zweifle, ob

sie sich einer so starken Electricität bedienten, wie sie meine Maschine giebt. Sie ist nach der grossen Maschine im teylerischen Museum zu Haarlem verfertigt, ihre zwei Scheiben haben jede 33 Pariser Zoll Durchmesser, und der gewöhnliche Funke ist 7zöllig. — Electricität ohne Schlag und electrische Ausströmung ohne Erschütterung und schnelle Bewegung durch Anziehen und Abstossen der Blätter scheinen mir bis jetzt nicht auf diese Pflanze zu wirken. — Bringt man die Blättchen zwischen einen kräftigen Hufeisen-Magnet und ein Stück Eisen, und diese einander in die grösste Nähe, ohne das zärteste Blättchen der Pflanze zu berühren, so bleibt dieses unverändert. — Die symmetrischen Bewegungen der kleinen Blättchen, welche Ritter (im Schweiggerischen Journale) annahm, sind unrichtig. Wenn man das unterste Ende der Blättchen ganz nahe am gemeinschaftlichen Ende mit einer recht feinen Spitze, z. B. mit einem Haare von Glas, berührt, so legt sich das einzelne Blättchen zu und das entgegenstehende bleibt ruhig stehen. Doch mehr davon künftig.

Ich las neulich, Gruithuisen habe beobachtet, dass der frei hängende Wassertropfen, beim Annähern einer Metallkugel sich um seine Axe bewege. Ich machte dieses Experiment sogleich mit meinem Schwager, D. Peez, nach; allein die Wassertropfen hingen unbeweglich, sie mochten rein oder mit braunem Pulver verunreinigt seyn, wenn wir auch die Metallkugeln noch so nahe brachten.

So fallen viele neue Entdeckungen wieder in das Nichts zurück, aus dem sie die Neuerungssucht der Menschen herausgerissen hatte.

Dr. *Renard.*

V.

Ueber
die Unstatthaftigkeit der electrischen Telegraphen für weite Fernen,

von

C. I. A. Prätorius,

Prem. Lieut., gewesenem *) Lehrer beim königl. Sächs. Cadettencorps.

Im neuen Journal für Chemie und Physik, herausgegeben von Dr. Schweigger, Nürnberg 1811. Bd. 2. Heft 2. S. 217. befindet sich eine Abhandlung über Sömmerring's electrischen Telegraphen, worauf mich ein bekannter Gelehrter durch ein gütiges Schreiben mit der Bedeutung aufmerksam machte, als könne diese ihm wichtig scheinende Erfindung, auf mein in Dr. Krause'ns Tagblatt des Menschheitlebens No. 47. vorläufig angezeigtes, nun bald erscheinendes Werk *über Telegraphie*, einigen abändernden Einfluss haben. Da schon ein Gelehrter, und zwar ein Physiker, sich beim flüchtigen Durchlesen von dieser neuen Idee angezogen fühlte, um wie viel mehr könnte nicht ein in den mathematisch-physikalischen Wissenschaften Ungeweihter für das Sonderbare ein Interesse fassen; und hat dieser gerade viel Einfluss auf Staatsgeschäfte, so dürfte sie leicht einer reellern, aber minder pomphaft angekündigten Erfindung in den Weg treten und, was den allgemeinen Eingang derselben betrifft, ihr nachtheilig werden. Dieses hat mich bestimmt, jene Ab-

*) Nach einer im verflossenen Sommer 1811 neu verbesserten Organisirung des Cadettencorps ist die von mir zeither bekleidete Stelle eines Lehrers der Physik, als einer diesem Corps überflüssigen Wissenschaft, gänzlich eingezogen worden. *Prätorius.*

handlung mathematisch zu beleuchten, und das Sonderbare und Unausführbare, in Hinsicht auf die praktische Anwendung, dem Publikum zur weitern Prüfung vor Augen zu legen. Voran gehe eine kurze Beschreibung des Sömmering'schen Apparats.

Zur Electricitätserregung bedient sich Hr. Sömmering der Voltaischen Säule. 35 Metallstäbchen (die 25 Buchstaben und 10 Zahlzeichen bedeutend) sind neben einander mit kleinen Zwischenräumen in horizontaler Lage so auf ein Gestell gelegt, dass von dem einen Ende eines jeden Stäbchens ein Messingdraht ausläuft, welcher sich in einiger Entfernung wieder an einen goldnen Stift anhängt, dessen Spitze in einem mit Wasser gefüllten Glaskasten ausläuft. Es müssen daher eben so viel Goldstifte in dem Kasten seyn, als Stäbchen sind, und sie haben dieselbe Bedeutung, als die Stäbchen. Wird nun z. B. von der Säule das Hydrogen-Ende mit dem Stäbchen k und das Oxygen-Ende mit dem Stäbchen r verbunden, so wird auch in dem Augenblick der Goldstift k und der Goldstift r in dem Wasserkasten, ersterer Hydrogen- und letzterer Oxygen-Gas entbinden. Sonach könnte man auf eine Entfernung einem andern eine Nachricht durch das Aufeinanderfolgen einzelner Buchstaben mittheilen.

Dieses liesse sich, meiner Meinung nach, höchstens auf Entfernungen von 1000 Fuss bewirken. Herr Sömmering will aber auf diesem Wege eine Nachricht auf 22827 Pariser Schuh oder eine deutsche Meile und noch weiter fortleiten, und giebt am angef. Orte S. 227. wörtlich folgende Einrichtung dazu an:

„Sowohl um die unmittelbare, alle Wirkung vernichtende Berührung, als unvermeidliche Verwirrung „von 35 einzeln neben einander liegenden Drähten zu „verhüten, zugleich dieselben in den kleinsten Raum „zusammen zu bringen und gerade wie ein einfaches „Seil zu behandeln, und doch zugleich alles Ueberspringen der Electricität von einem Drahte zum andern zu „verhüten, ist die Isolirung jedes einzelnen Drahtes „nothwendig. Diese Isolirung erreicht man durchs Ueberspinnen mit Seide so vollkommen, dass man sogar „nachgehends dieses aus 35 Drähten bestehende Seil mit

„einem Firniß stark überziehen kann, somit vor aller „Oxydation aufs dauerhafteste zu schützen vermag."

Da nun durchs Zusammenfügen einzelner Stücken des Seils, wegen der Isolirung an den Fugen und wegen der unvermeidlichen Verwechselung der benannten Drähte, es durchaus nicht möglich ist, das Seil Stückweise bis zu einer Meile zu verlängern; so mußte dasselbe nothwendig aus dem Ganzen gemacht werden. Und hierzu würde Claviersaiten-Draht von No. 1. erfordert werden. Davon wiegt aber 1 Pariser Fuß 12 Gran; mithin würden dazu erfordert werden 22827 × 12 × 35 = 9587340 Gran oder 1143 Pfund 6 Drachm. 6 Gr. So schwer würde allein das Metall des Seils seyn müssen; das Gewicht der Seide zur Umspinnung der einzelnen Drähte ist dabei noch nicht gerechnet, welches auch noch ½ Centner betragen dürfte.

Nun frage ich Herrn Sömmerring, auf welcher Seilerbahn er sein meilenlanges Seil aus den 35 Drähten will zusammendrehen lassen, da man schon zum Ueberspinnen der einzelnen Drähte zu einer solchen Länge keine Vorrichtungen hat? Ferner, wie er ein 11 Centner schweres und dabei so langes Seil handhaben will, um dasselbe in den Leitungs-Canal zu legen? und noch mehr, wie er das ganze Seil eine Meile lang durch gläserne oder thönerne Röhren durchführen will, um es in der Erde gehörig zu isoliren?

Ich will diese Aufgabe zu lösen suchen.

Ich nehme an, daß der Canal gegraben, das Seil gefertigt und auf einen Cylinder aufgewunden wäre, so würde der Cylinder von 1 Fuß Durchmesser und 6 Fuß Länge, durch das Aufwinden des wenigstens ½ Zoll starken Seiles einen Durchmesser von 4 Fuß erhalten. Dieser mehr als 11 Centner schwere Seilcylinder sey nun so auf einen Wagen gestellt, daß er, während des Fortfahrens, sich um seine Axe drehend, das Seil abwickele.

Um die Glas- oder Thonröhren, die zwei Fuß lang seyn sollen, auf das Seil zu bringen, würde man sie einzeln am ersten Ende auf das Seil stecken, und während des Fortfahrens dem Wagen immer nachschieben müssen; denn auf keinem andern Wege lassen sich

ganze Röhren, wenn sie nicht ihrer Axe nach getheilt sind, auf ein Seil bringen. Nun sollen 3 Arbeiter seyn, von welchen der Erste die Röhren am Ende des Seils aufsteckt; der Zweite sie immer auf dem Seile fortschiebt, und der Dritte den Wagen dirigirt; so wird der Zweite, um 11413 Stück Röhren einzeln aufs Seil zu bekommen, 143218320 Schritte = 12548 Meilen und 7996 Schritte gehen müssen, und dazu, täglich 6 Meilen gerechnet, 2091 Tage = 5 Jahre 266 Tage Zeit brauchen, um diese Arbeit zu vollenden. Welche Umständlichkeit und welche Zeitkosten! *)

*) Es mögen ab, bc, cd, de etc. einzelne Stationen, jede von 10 Ellen Länge, vorstellen, welche nach und nach von dem Seil-Cylinder durch das Fortfahren des Wagens abgewickelt werden. Wird nun die erste Station ab einzeln mit 10 Stück Röhren belegt, so dass man zu der ersten Röhre von a bis b 10 Schritte, zu der zweiten Röhre 9 Schritte, zu der dritten Röhre 8 Schritte etc., sowohl vorwärts als rückwärts braucht, und noch 10 Schritte von a bis b thun muss; so sind, wenn ab = m Ellen oder Schritte = der Anzahl Röhren, hier 10, bedeutet, bei der ersten Belegung von a bis b nöthig:

a	
	Stat. 1
b	
	Stat. 2.
c	
	Stat. 3
d	
	Stat. 4
e	

$$2\,(m + (m-1) + (m-2) + \ldots 1) + m$$
$$= 2(1 + m)\frac{m}{2} + m$$
$$= m^2 + 2m \text{ Schritte.}$$

Auf der zweiten Station bc werden von b nach c einzeln alle Röhren von der ersten Station abgeschoben, so dass man zu jeder Röhre 10 Schritte vorwärts als auch rückwärts braucht, und noch 10 Schritte von b bis a thun muss, um ab aufs neue wie oben zu belegen.

So sind bei der 2. Belegung von b bis c	$2m^2 + m$
ganze 1. Belegung von a bis b	$m^2 + 2m$
Ausgang von b bis c	$+ m$
	$3m^2 + 4m$ (2
bei der 3. Belegung von c bis d	$2m^2 + m$
ganze 2. Belegung von a bis c	$3m^2 + 4m$
Ausgang von c bis d	$+ m$
	$5m^2 + 6m$ (3

Ferner sagt Hr. Sömmering S. 230.:

„Was endlich die Kosten betrifft, so kömmt diese,
„wie man *überzeugend* sieht, vollkommen brauchbare
„Vorrichtung, welche ich die Ehre hatte, der königl.
„Academie vorzuzeigen, bis auf das Communications-
„Seil keine 30 Gulden zu stehen. Blos das aus 35 Dräh-
„ten bestehende Communications-Seil, nebst seiner Lei-
„tung durch gläserne oder thönerne Röhren, würde al-
„lein Kosten verursachen; doch dürfte ein solches, aus
„35 übersponnenen Drähten bestehendes Seil, welches
„die Länge von 22827 Pariser Schuh, d. i. von einer
„deutschen Meile, hätte, für weniger als 2000 Gulden
„sich anschaffen lassen." etc. . . .

Jetzt will ich einen ganz mäßsigen Betrag der Kosten aufzustellen suchen.

Rechnet man auf jeden der 3 Arbeiter täglich $\frac{1}{2}$ fl. Lohn, so beträgt dasselbe $2091 \times \frac{3}{2} = 3136\frac{1}{2}$ fl.

Und auf dieselbe Art geht es für die vierte, die fünfte und die folgenden Belegungen fort.

Die gefundenen Glieder 1, 2, 3, 4 etc. machen eine arithmetische Reihe aus, nemlich:

$$\begin{array}{cccc} \text{1. Gl.} & \text{2. Gl.} & \text{3. Gl.} & \text{4. Gl.} \\ (m^2 + 2m) + & (3m^2 + 4m) + & (5m^2 + 6m) + & (7m^2 + 8m) \end{array}$$

$$\overset{n\text{ tes Glied}}{+ \ldots\ldots (2n - 1) m^2 + 2nm}$$

Setzt man die Summe dieser arithmetischen Reihe S, so

$$\begin{aligned} \text{ist } S &= \left((m^2 + 2m) + (2n - 1) m^2 + 2nm\right)\frac{n}{2} \\ &= (m^2 + 2m + 2nm^2 - m^2 + 2nm)\frac{n}{2} \\ &= n^2m^2 + n^2m + nm \end{aligned}$$

Nun ist, wenn 11413 Röhren zu legen sind, n = 1141 und m = 10

also nach der Formel

$$\begin{aligned} n^2m^2 &= 130188100 \\ n^2m &= 13018810 \\ nm &= 11410 \\ \hline S &= 143218320 \text{ Schritte} \end{aligned}$$

oder $\frac{143218320}{11413} = 12548$ Meilen und 7996 Schritte. So viel muss also Einer gehen, um ein meilenlanges Seil einzeln mit Röhren zu belegen. *Prätorius.*

Um das Seil in der Erde gut zu verwahren, muſs der Graben wenigſtens 3 Fuſs Tiefe, oben 2 und unten 1 Fuſs Breite haben; dieſs giebt 4,5 Quadratfuſs, und dieſe mit der Länge = 22827 Fuſs multiplicirt, giebt 102721,5 Cubikfuſs. Nun kann ein Arbeiter in einem Tage 400 Cubikfuſs ausgraben, mithin braucht er dazu $\frac{102721}{400}$ = 257 Tage, und erhält an Lohn 128 fl. Um dieſen Graben wieder zuzuſchütten, iſt ¼ der vorigen Zeit nöthig, daher noch 32 fl. Lohn, dieſs beträgt alſo zuſammen 160 fl.

Das Pfund Meſſingdraht koſtet 1 fl., mithin der ganze Draht 1143 fl. Desgleichen 1 Pfund Seide 8 fl., alſo die 50 Pfund 400 fl. Endlich koſte jede Glasröhre mit den Transportkoſten 5 Xr., ſo betragen ſämmtliche Röhren 11413$\frac{5}{60}$ = 951 fl.

Dieſe Summen belaufen ſich zuſammen auf 5790 fl., wobei noch nicht das Macherlohn für das Seil in Anſchlag gebracht iſt, weil die Koſten der dazu nöthigen, noch unbekannten Maſchinen nicht zu berechnen ſind. Alſo würde der ganze Apparat von einer Meile Wirkung immer 6000 fl. zu ſtehen kommen.

Sollte nun eine Linie von Wien bis Paris, nur zu 150 Meilen gerechnet, mit electriſchen Telegraphen belegt werden, ſo gäbe das eine Summe von 900000 fl. Dagegen würden gewöhnliche Telegraphen, wovon einer 2300 fl. koſtet und 3 Meilen weit ſehr deutlich zu ſehen iſt, nur 115000 fl. koſten. Und für dieſe acht Mal gröſsern Koſten hätte man weiter keinen Vortheil gewonnen, (wenn auch alles gut geht,) als daſs man während eines Regens oder Nebels fortarbeiten könnte; denn alle andern Vortheile ſind auch bei den gewöhnlichen Telegraphen zu erlangen, wenn er nur auf andere Art als der Chappe'ſche conſtruirt iſt. Man kann eben ſo gut bei Nacht ſchreiben, als bei Tage; eben ſo gut geheime Nachrichten an einzelne Perſonen, als offene Befehle an ein ganzes Land geben; und gerade darin liegt ein Nachtheil für jene Telegraphen, daſs ſie nicht ſichtbar ſind. Den abgerechnet, daſs ſie, nach Bergſträſser zu reden, nicht ſynthematographiſch ſchreiben können, und man nie wiſſen kann, ob die

Nachricht an Ort und Stelle gelangt, weil sich von dem Empfänger der Nachricht kein Zeichen geben läfst; es müfste denn noch ein Seil für Nachrichten herwärts gelegt seyn, wobei die doppelten Kosten erst recht den Werth der Erfindung in die Augen fallen machen! Hierüber schweigt auch der Erfinder still, und überläfst es Andern, zu finden, wie Nachrichten können rückwärts gegeben werden.

Ueberhaupt ist bei dieser ganzen Erfindung zu viel speculirt, und zu wenig calculirt worden. Diefs zeigt auch offenbar eine Stelle S. 226., wo Hr. Sömmerring, um die Geschwindigkeit der Electricität zu untersuchen, einen 2248 baier. Fufs langen Draht um Einen Glascylinder will gewunden haben, welcher, wenn man seinen Durchmesser 1 Fufs grofs nimmt und wenn 10 Umwindungen eine Zollhöhe machen, über 6 Fufs Höhe haben müfste, um den ganzen Draht aufzuwinden. — Nur die Glashütte möchte ich kennen, wo 6 Fufs lange und 1 Fufs starke Cylinder geblasen würden!

Man ersieht aus Allem, dafs die ganze aufgestellte paradoxe Idee wohl nur einem Scherze ihren Ursprung verdankt, welches mir auch der Herausgeber in seinem Anhange, durch die nach der Secundenuhr abzumessende Gasmenge der verschiedene Intensität habenden Säulen, anzudeuten scheint. Denn wäre es damit Ernst, so würde mir unwillkührlich eine Ankündigung einfallen, welche ich vor einem Jahre in dem *Freimüthigen* [1810 No. 142.] fand: „Herr Charles François Badini meldet im „*Journal du Soir*, dafs er eine unsichtbare Correspon„denz erfunden habe, vermittelst welcher man ohne Bo„then, ohne Telegraphen oder andere Zeichen in zwei „Stunden, z. B. von Paris bis Peking, einander Nach„richt mittheilen könne. Auch will er in 7 bis 8 Chif„fern den Inhalt aller Bücher auf der Welt zusammen„drängen. Der Erfinder will seine Beweise einer Prü„fung unterwerfen.“

VI.

Ueber die in gegenw. Jahrg. der Annalen Heft 7, S. 271 f. mitgetheilte Hülfstafel für das Höhenmessen mit dem Barometer,

von

D'Aubuisson,
Ingenieur des mines *).

Eine Tafel für das Höhenmessen mit dem Barometer, welche ich in dem letzten Stücke der *Bibliotheque Britannique* finde, wird dort in einer Note Herrn Oltmann's zugeschrieben. So wenig Ehre eine solche Kleinigkeit auch bringen mag, so sey es mir doch erlaubt, sie und die sie begleitende Notiz als mein Eigenthum in Anspruch zu nehmen. Beide sollten bei meiner grossen Abhandlung über das Höhenmessen mit dem Barometer erscheinen, ich liess sie aber fort, um diese Arbeit, welche schon zu viel Raum einzunehmen schien, nicht noch zu vergrössern. Hr. Brongniart bedient sich einer Abschrift meiner Tafel schon seit einem Jahre bei seinen Nivellemens der Gegenden um Paris; und ich erinnere mich, dass ich bei Ihrer letzten Anwesenheit in Paris Sie von dieser Kleinigkeit unterhalten habe, und Sie mir äusserten, Sie hätten selbst eine ähnliche Arbeit in die Bibl. Britann. eingerückt.

Als ich von Hrn. Biot's barometrischen Tafeln hörte, machte ich die meinige zugleich mit einer kurzen, doch vollständigen, Notiz über die mathematische Theorie der Barometer-Messungen bekannt, unter die ich meinen Namen gesetzt hatte. So nützlich und so

*) Ein an Hrn. Pictet, Paris d. 21. Apr. 1811, geschriebener Brief, den ich aus der *Bibl. Brit.* Juin 1807. entlehne. *Gilbert.*

sehr einfach meine Methode der Höhenberechnungen ist, so habe ich sie doch nicht nach mir benennen mögen, da diese Arbeit in wissenschaftlicher Hinsicht wenig Merkwürdiges hat. Doch enthält sie Einiges, das mir ganz eigenthümlich ist, nemlich die Regeln, nach denen ich 1) die Ausdehnung des Quecksilbers im Barometer, 2) die Ausdehnung des Metalls, auf das die Skale unserer Barometer (von Fortin) geätzt ist, corrigire, und 3) die Regel, nach welcher ich den Einfluss der Veränderung der Schwere in den gemäfsigten Zonen in Rechnung bringe. Alle drei sind bemerkenswerth einfach. Ich habe selbst bei der Construction meiner Tafel auf die Correction wegen der Veränderung der Schwere nach senkrechter Richtung gesehen, welches weder von dem Herrn von Lindenau, noch von den Herren Oltmanns, Biot u. a. geschehen war, und ich habe in der Absicht ein Glied in die Formel gebracht, welches selbst in Herrn Laplace's *Mécanique céleste* fehlte, und zuerst in meiner grossen Abhandlung p. 14. erschienen ist, und das seitdem von den Herren Biot und Oltmanns in die Tafeln aufgenommen worden ist, die sie vor Kurzem herausgegeben haben. Dieses Glied $\left(\frac{2a}{r}\right)$ ist eine Function der Höhe der untern Station über der Meeresfläche.

Da ich meine Hülfstafel für die gemeine Praxis bestimmte, habe ich in ihr alle Brüche des Meters vernachläſsigt, und sie giebt daher die Werthe von x nur in Metern. Sie wissen indess am besten, dass sich für eine Barometer-Messung nie bis auf 1 Meter stehen lässt; ich durfte daher behaupten, dass meine Hülfstafel die Höhen eben so genau gebe, als die allerzusammengesetzteste Formel.

Was die Irrthümer bei dem Barometer-Messen betrifft, so könnte, auch wenn Barometer und Thermometer mit aller der Genauigkeit, welche der beste Künstler zu erreichen vermag, gemacht, und wenn sie mit aller möglichen Sorgfalt beobachtet worden sind, doch der Fehler mit der Beobachtung noch immer über 1 Meter steigen. Unabhängig von diesem Fehler ist der

Fehler der Formel, der viel mehr beträgt. Denn gesetzt auch, der erstere wäre 0, und beide Stationen wären genau senkrecht über einander, so liesse sich doch für den Factor $1+0,004\frac{t+t'}{2}$, und folglich für x selbst, nicht bis auf $\frac{4}{1000}$ des Werthes stehn. Denn der wahre Coefficient für die Ausdehnung der Luft durch Wärme ist 0,00375, und ich habe in meinem grössern Aufsatze gezeigt, dass aus der Umwandlung desselben in 0,004 nach Verschiedenheit der Wärme und der Feuchtigkeit der Luft ein Fehler von $\frac{2}{1000}$ bis $\frac{3}{1000}$ des Werthes von x, dem Beobachter unbewusst, entstehen kann. Auch soll $\frac{t+t'}{2}$ die wahre mittlere Temperatur der ganzen Luftmasse zwischen den beiden Stationen vorstellen, welches voraussetzt, dass die Wärme zwischen beiden von t bis t' in arithmetischer Proportion abnehme. Sie wissen indess besser, als ein anderer, was hiervon zu halten ist, und ich zweifle, dass je ein Physiker sich überreden werde, dass $\frac{t+t'}{2}$ das wahre Mittel bis auf 1° genau gebe, wenn der Höhenunterschied auf mehr als 1000 Meter steigt. Aber 1° Unterschied giebt im Werthe von x eine Verschiedenheit von vier Tausendtheilen *).

*) Wenn der erste Theil meiner grossen Abhandlung viele Thatsachen und Bemerkungen, die mein ausschliessliches Eigenthum sind, enthält, so können wir in dem zweiten, der von den Irrthümern der Barometer-Messungen handelt, uns beide einigermassen theilen. Die grosse und einzige Ursach dieser Irrthümer, die sichtlich dargethan worden, ist die Verschiedenheit zwischen der wirklichen Temperatur der untern Schicht der Atmosphäre, und der, die sie, verglichen mit der Temperatur der obersten Station, haben würde, wenn die Wärme bis zu dieser in arithmetischer Fortschreitung abnähme. Diese Verschiedenheit ist durch Ihre sinnreichen Versuche auf das Ueberzeugendste dargethan worden, und Sie haben gezeigt, dass sie die Ursach der Anomalieen der Barometer-Messungen ist, die zu verschiedenen Stunden des Tages angestellt werden. Ich habe diese Thatsache verallgemeint und gezeigt, dass sie auch von den verschie-

Die Fehler der Interpolation in meiner Tafel für Bruchtheile von Centimetern können nie über $\frac{1}{8}$ der zweiten Differenz, folglich für Höhenunterschiede von weniger als 4000 Meter nicht bis auf $\frac{3}{8}$. 0,375 Meter steigen. Hätte ich eine weitläufigere Tafel geben wollen, so würde ich sie ganz haben vermeiden können; ich zog aber die in dem vorigen Bande dieser Annalen S. 272. abgedruckte vor, da sie das *Maximum simplicitatis* ist, und alle nur zu wünschende Genauigkeit hat. Nur ein einziger Fall läſst sich denken, in welchem sie nicht ausreichen würde; nemlich wenn ein Physiker durch eine Reihe von Beobachtungen irgend einen Punkt der Theorie verificiren wollte; für diesen giebt es indeſs keine genauere und bequemere Tafel, als die Tafel der Logarithmen, welche ihn der Nothwendigkeit überhebt, das Gedächtniſs mit partiellen Regeln zu beschweren, dergleichen alle andere Tafeln heischen. — —

denen Tagen derselben Jahrszeit gilt, welches meine Beobachtungen auf dem St. Bernard unwidersprechlich beweisen. *d'Aubuisson.*

VII.

Einige mineralogiſche Merkwürdigkeiten *).

1) *Drei Grönländiſche Mineralien.*

Der Dr. Thomſon hat vor kurzem zwei neue Mineralien beſchrieben, welche aus Grönland herzuſtammen ſcheinen, und denen er die Namen *Sodalit* und *Allonit* gegeben hat.

Der *Sodalit* iſt von Farbe ſehr ſchön grün, und hat zur primitiven Geſtalt das Dodecaeder mit rhombiſchen Seitenflächen, und zum ſpecifiſchen Gewicht 2,378.

Der *Allonit* gleicht vollkommen dem Gadolinit, mit dem man ihn lange Zeit verwechſelt hat; die Analyſe beweiſt aber, daſs er gänzlich davon verſchieden iſt.

Herr Thomſon hat bei ſeiner Analyſe aus 100 Theilen dieſer Mineralien folgende Körper als Beſtandtheile erhalten: Aus dem

Sodalit.		*Allonit.*	
Kieſelerde	38	Kieſelerde	35,4
Thonerde	27	Thonerde	4,1
Kalk	2,7	Kalk	9,2
Eiſen-Oxyd	1	Eiſen-Oxyd	25,4
Natron (*Soda*)	23,5	Cerium-Oxyd	33,9
Salzſäure	3		108,0
Flüchtige Materie	2,1		
Verluſt	2,7		
	100,0		

Mit demſelben Schiffe, das dieſe Mineralien gebracht hat, ſind *groſse Stücke Chryolit* aus Grönland mitgekommen. Dieſe enthalten zugleich viel Eiſen-

*) Nach dem *Journal de Phyſique*. G.

Oxyd, ſpäthigen Eiſenſtein, Kupferkies, Bleiglanz und Quarz, welches beweiſt, daſs der Chryolit zu den Gangarten gehört.

---

2) *Fluſsſpath im Flötz-Kalkſtein.*

Herr Lambotin hat in dem Pariſer Kalkſteine, in der Gegend des *Jardin des Plantes*, Würfel von Fluſsſpath gefunden. Der Kalkſtein, der die Abdrücke dieſer Würfel enthält, gleicht dadurch ganz dem, welcher über *Neuilly* nach *Courbevoie* zu vorkömmt, und mitten in welchem ſich Quarzkryſtalle finden. Man hat jetzt dieſe letztern Kalkkryſtalle ſorgfältiger unterſucht und in ihnen ebenfalls Fluſsſpath-Würfel gefunden; ein Beweis, daſs man bei der Unterſuchung der Mineralien nicht zu ſorgfältig ſeyn kann. Dieſe Beobachtung wird dadurch intereſſant, daſs ſie beweiſt, daſs der Fluſsſpath, den man den Gangebirgen und zwar hauptſächlich den Gängen für ausſchlieſslich eigen hielt, auch im Flötzgebirge vorkömmt.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, ZEHNTES STÜCK.

I.

Wirkt der Schall auf das Barometer?

vom

Dr. Benzenberg
in Düsseldorf.

1. Im 14ten Bande dieser *Annalen der Physik* (J. 1803. H. 6.) steht S. 214. eine Abhandlung von Englefield, über die Wirkung des Schalls auf das Barometer, welche aus den *Journals of the Royal Institution* ausgezogen ist. Englefield erzählt, dass er den 1. Nov. 1773 auf dem Glockenthurm der Gudula-Kirche in Brüssel ein Barometer aufgehangen und dass er wahrgenommen habe, wie es bei jedem Glockenschlage in Schwankungen von $\frac{1}{100}$ Zoll gekommen sey. Er meint, dass dieses von dem Schalle hergerührt habe, da das Barometer vorher ruhig geblieben war, als man die Glocke blos geschwungen und den Klöppel gesperrt hatte. Der Herausgeber des Journals, Dr. Thomas Young, damals Professor der Physik an der Royal Inst., hat

in einem Anhange zu Englefields Auffatze eine Theorie hiervon gegeben, welche ich nicht das Glück gehabt habe, zu verftehen.

2. Wer den Gudula-Thurm in Brüffel kennt, wird leicht auf die Vermuthung kommen, dafs Englefield blos die Schwankungen des Thurms beobachtet habe, welche durch das Aneinanderfchlagen zweier fo fchwerer Metallmaffen, wie Glocke und Klöppel find, entftehen. — Der Thurm ift ein hohes gothifches Gebäude, auf dem oben der Telegraph fteht, und die Glocken hängen ziemlich hoch im Mauerwerke. Dafs das Mauerwerk bei jedem Glockenfchlage des Lautens einen ftarken Stofs erhält, zeigt jedes Fernrohr, welches man in einem Thurme aufftellt und nach einem beftimmten Gegenftande richtet. So lange die Glocke blos fchwingt, ift es ruhig; beim erften Schlage aber fchwankt es, und die Axe macht eine Schwingung von ungefähr ¼ Grad.

3. Da die Beobachtung Englefield's ungefähr 40 Jahre alt ift, und in jeder Stadt, wo Phyfiker wohnen, auch Glocken und Barometer zu haben find, fo ift vielleicht fchon längft die Englefield'fche Behauptung durch Verfuche widerlegt, befonders da diefe fo fehr leicht anzuftellen find. Ich würde es daher für überflüffig halten, folgende Erfahrungen, die ich hierüber angeftellt habe, in den Annalen mitzutheilen, wenn nicht der verdienftvolle Herr Herausgeber derfelben bei einem Auffatze von Herrn Profeffor Wrede bemerkte, dafs

der Schall aufs Barometer wirke, (*Annalen* XVIII. S. 404.), welches Wrede eben sowohl geleugnet hatte, wie die Wirkung desselben auf das Thermometer.

4. Den 21. Juli d. J. begab ich mich mit dem Trigonometer Windgassen auf den hiesigen großsen Kirchthurm, um zu sehen, ob das Läuten im Stande des Barometers Schwankungen mache. Wir hatten zwei Barometer mit geätzten Skalen bei uns, die zu diesen Beobachtungen sehr geschickt sind, da man die Bewegungen des Quecksilbers unmittelbar mit der feinen Eintheilung auf der Röhre vergleichen kann, unter der sie geschieht. Wir hingen beide Barometer in die Schalllöcher; das eine nach Osten, das andere nach Norden, ungefähr 120 Fuſs von der Erde, und befestigten sie so, daſs sie nicht schwanken konnten. Das Quecksilber war völlig ruhig und stand auf 28,18 Zoll. Die Glocken schwingen in der Richtung von Westen nach Osten, so wie bei allen Thürmen, bei denen die Kirche nach Osten gebauet ist.

Als die Glocken anfingen zu schwingen, war das Barometer noch ruhig; als der erste Schlag kam, war es auch noch ruhig; als aber ungefähr eine Viertel-Minute lang geläutet war, fing das Quecksilber an zu schwanken. Ich schätzte dieses Schwanken auf 0,005 Zoll am Hebe-Barometer. Herr Windgassen hatte es am Gefäſs-Barometer auf 0,01 Zoll geschätzt. Sein Barometer hing in der Schwingungs-Ebene der Glocken. Während des Läutens konnten wir uns unsere Beobachtungen

nicht mittheilen. Als das Läuten aufhörte und wir sie verglichen, fand sich, dass wir beide dasselbe beobachtet hatten. Da, wo das Quecksilber am Glase lag, blieb der Stand desselben in beiden Barometern unverändert. Das Schwanken war blos im Kügelchen.

5. Ich war den 10. August auf dem Dome in Cölln, wo die grössten Glocken am ganzen Rheinstrome sind. Die grösste ist noch 8000 Pfund schwerer, wie die in der St. Gudula-Kirche in Brüssel, und wiegt 24,000 Pfund; der Klöppel wiegt 400 Pfund. Es wurde gerade die zweite Glocke geläutet, und es fielen mir die Schall-Versuche wieder ein, als mir der Küster sagte, dass beim Feste des 15ten August die grosse Glocke solle geläutet werden. Ich bat Herrn Professor Heister, ein Barometer von dem physikalischen Cabinette zu nehmen, und dieses in die Nähe des Thurms zu hängen, aber nicht in den Thurm, denn ich hatte bemerkt, dass beim Läuten der zweiten Glocke der Glockenstuhl schon Schwingungen von 2 Zoll machte. Herr Professor Heister hing das Barometer in die erste Etage von der Wohnung des Küsters, bei offenem Fenster, ungefähr 150 Fuss von der grossen Glocke entfernt, von welcher der Schall sich nach allen Seiten frei verbreitet, da der Dom ganz offen ist. Das Quecksilber im Barometer machte während des Läutens *nicht* die geringste Bewegung.

6. An demselben Tage wurden 75 Kanonenschüsse von der Batterie des Eiskellers in Düssel-

dorf abgebrannt. Ich war mit der Tertienuhr in Ratingen, um die Geschwindigkeit des Schalls bei hohen Temperaturen zu beobachten, und hatte das Fernrohr nach der Batterie gerichtet, um den Blitz zu sehen. Man fing an mit der grossen Glocke zu läuten. So lange sie blos schwang, war das Fernrohr ruhig. Beim ersten Schlage des Klöppels bekam es einen Stoss, wodurch die Axe desselben Schwingungen von $\frac{1}{4}$ Grad machte, die sich bei jedem Schlage wiederholten, bis man endlich mit allen Glocken zu läuten anfing: und nun wurden sie so irregulär, dass man nicht mehr unterscheiden konnte, zu welchem Schlage sie gehörten. Das Fernrohr stand in der Zimmerung der Spitze, 30 Fuss über den Glocken, an einem offenen Fenster.

7. Auch scheint schon aus der Theorie zu folgen, dass der Schall kein Steigen des Quecksilbers im Barometer bewirken könne, selbst wenn in jeder Schallwelle die Luft um das Zwei- oder Dreifache zusammengedrückt wäre, wo sie also 56 oder 84 Zoll Quecksilber tragen könnte. Denn die Schallwellen in der Luft sind doch wahrscheinlich sehr klein, — so klein vielleicht, wie die Schallwellen, welche man auf der Oberfläche eines Glases Wassers sieht, das man mit dem Streichen des Fingers zum Tönen bringt. Es drücken daher auf die Oberfläche des Quecksilbers in einem Heber-Barometer vielleicht hundert dieser Schallwellen zu gleicher Zeit. Zwischen ihnen sind auch hundert Zwischenräume, wo

die Luft um das Zwei-, oder Dreifache verdünnt ist, und also jenen stärkern Druck wieder aufhebt. — Aber wenn auch die Schallwellen so groſs wären, wie die Wellen auf der See im Sturme, so würden die Barometer doch vielleicht nicht oscilliren. Denn da der Schall sich nach allen Radien der Kugel verbreitet, so wird eine Linie, die senkrecht auf der Quecksilberfläche des Barometers steht, durch eben so viele Luftverdünnungen als Luftverdichtungen gehen. Und zudem folgen bei der groſsen Schnelligkeit des Schalls von 1027 Fuſs in 1 Secunde die Verdichtungen und Verdünnungen der Luft so schnell auf einander, daſs schon die bloſse Trägheit des Barometers verhindern würde, sie wahrzunehmen.

8. Aus demselben Grunde dürften vielleicht unser Gefühl und unsere Thermometer es nicht anzeigen, wenn Wärme bei der Fortpflanzung des Schalles durch die Luft frei wird. Wenn die frei werdende Wärme die Ursache des Schnellergehens des Schalles in der Erfahrung als nach der Theorie seyn soll *), so muſs man annehmen, daſs diese Wärme 84° R. betrage, um die Luft von 0°, einer Temperatur, in welcher der Schall 861 Fuſs in 1 Secunde zurücklegen würde, bis zu der Wärme zu bringen, bei der er 1027 Fuſs in einer Secunde durch-

*) Wie zuerst Hr. La Place vermuthet, und wie es Hr. Biot durch Rechnungen (*Annal.* B. 18. St. 12.) und durch Versuche (*das.* B. 35. St. 8.) darzuthun versucht hat.

Gilbert.

läuft. Die erstere Geschwindigkeit für die Verbreitung des Schalls durch die Luft giebt die Theorie, wenn man das specifische Gewicht der Luft bei mittler Feuchtigkeit und bei 0° Wärme und 28 Zoll Druck auf $\frac{1}{10923}$ vom Gewichte des Quecksilbers setzt, — und die letztere Geschwindigkeit geben alle genauen Erfahrungen. Man sollte glauben, daſs unsere feine Gesichtshaut eine solche Wärme fühlen müsse, welche gröſser ist, als die des siedenden Wassers. Allein auf die Schallwelle, die durch Verdichtung + 84° R. hat, kömmt gleich eine Verdünnung, die — 84° R. Wärme hat, und beides geht mit einer Schnelligkeit von 1027 Fuſs in 1 Sekunde vor sich. So fühlt man auch keine Wärme, wenigstens keine bedeutende, wenn man mit der trockenen Hand schnell auf einen glühenden Ofen schlägt.

II.

Tafel über die Geschwindigkeit des Schalls nach Theorie und Erfahrung, für alle Wärmegrade von — 10° bis + 30° R.

vom

Doctor Benzenberg.

1.

Nach Hrn. Biot verhält sich das Gewicht der trockenen Luft bei 0° R. Wärme und 28 Zoll Druck, auf dem 45sten Breiten-Grade, am Ufer der See, zu dem Gewichte einer gleich grossen Quecksilbermasse, wie 1 zu 10495. — Nach der Tabelle von d'Aubuisson über die mittlere Wärme und Feuchtigkeit aller Monate des Jahres, vermindert letztere im Durchschnitt das Gewicht unserer atmosphärischen Luft um 0,0029, das Gewicht der trockenen Luft = 1 gesetzt. Man kann daher, ohne merklich zu irren, annehmen, daſs das specifische Gewicht von Luft und Quecksilber gewöhnlich sehr nahe wie 1 zu 10525 ist.

Diese Zahl mit $2\frac{1}{3}$ par. Fuſs multiplicirt, giebt die Höhe einer Luftsäule, die bei gleicher Dichtigkeit 28 Zoll Quecksilber das Gleichgewicht hält. Diese beträgt folglich 24558 par. Fuſs.

Da die Dichtigkeit der Luft sich verhält wie der Druck, und dieser wie die Länge der Quecksilber-

ſäule, der ſie das Gleichgewicht hält, ſo iſt dieſe Zahl *beſtändig dieſelbe*. Wird die Luft z. B. nur mit 14 Zoll gedrückt, ſo iſt ſie nur halb ſo dicht, ihr ſpeciſ. Gewicht iſt dann nur $\frac{1}{21050}$ von dem des Queckſilbers, und es hält wiederum eine Luftſäule von 24558 Fuſs Höhe der wider ſie drückenden Luftſäule das Gleichgewicht. Wir wollen deswegen die Zahl 24558 eine *beſtändige* nennen.

2.

Auf dem 45ſten Grade der Breite iſt die Länge des Secundenpendels 440,4 p. Linien. Da ſich die Pendellängen gegen einander verhalten, wie die Quadrate der Schwingungszeiten, ſo wird ein Pendel von 24558 Fuſs 89,62 Zeit-Sekunden zu einer Schwingung und 179,24 Sekunden zu einer doppelten Schwingung brauchen.

Da ſich der Durchmeſſer eines Kreiſes ſehr nahe zu ſeinem Umfange verhält wie 1 zu 3,1416, ſo wird ferner ein Kreis, deſſen Halbmeſſer jene beſtändige Zahl 24558 iſt, einen Umfang von 154302 Fuſs haben.

3.

N e u t o n hat gezeigt, daſs man auf die wellenförmige Bewegung des Schalls in der Luft die Geſetze des Pendels anwenden könne, und daſs in der Zeit, in welcher ein Pendel von der Länge der beſtändigen Zahl (24558) eine hin und her gehende Schwingung mache, (alſo in 179,24 Sekunden) der Schall in der Luft den Umfang des Kreiſes durchlaufe, von dem jene beſtändige Zahl der Radius ſey. Hiernach

wäre alſo die Geſchwindigkeit des Schalls in einer Sekunde $\frac{154302}{179,24}$ = 861 par. Fuſs *).

Zugleich zeigte Neuton, daſs ſich in zwei elaſtiſchen Flüſſigkeiten die Geſchwindigkeit des Schalls verhalten müſſe, wie die Quadrat-Wurzeln aus ihren Elaſticitäten.

4.

Die Erfahrungen der franzöſiſchen Akademiker geben eben ſo, wie die meinigen, die Geſchwindigkeit des Schalls für 0° R. bis auf ein paar Zoll übereinſtimmend zu 1027 Fuſs in 1 Sekunde **). Hiernach iſt folgende Tabelle berechnet, die in keinem vollſtändigen Lehrbuche der Phyſik fehlen ſollte, da ſie die genaue Beſtimmung einer ſo merkwürdigen Thatſache enthält. Bei ihr iſt die Ausdehnung für die Luft zu $\frac{1}{213}$ und fürs Queckſilber $\frac{1}{4330}$ für jeden Grad der Reaum. Skale zum Grunde gelegt.

Die Einrichtung der Tabelle erklären die Ueberſchriften. Die erſte und zweite Columne kommen beim Höhenmeſſen mit dem Barometer vor. Multiplicirt man die Differenz der natürlichen Logarithmen mit der beſtändigen Zahl, welche für die mittlere Temperatur der Luft gilt, ſo erhält man die

*) Neuton ſelbſt fand 906 p. Fuſs für 1 Sek., weil er die Luft für viel dünner hielt, als ſie iſt. In den ſpätern Ausgaben ſeiner Werke hat man ſie für noch dünner gehalten und 916 Fuſs genommen. Biot ſetzt (*Annal.* B. 18. S. 395.) 915 par. Fuſs. Hr. Prof. Gilbert findet B. 5. S. 400. der *N. F.* der *Annal.* 857,5 p. Fuſs. Dieſe Angabe iſt zu klein, da das ſpec. Gewicht der Luft bei 28 Zoll Druck zu $\frac{1}{10427}$ angenommen iſt. Dieſes wiegt trockene Luft beim Druck von 0,76 Meter, das heiſst von 28 Zoll 1 Linie. *Benzenberg.*

**) *Annalen N. F.* B. 5. (1810. St. 8.) S. 401. A. *G.*

Berghöhe, wenn man vorher die Quecksilbersäule auf diese Temperatur reducirt hat.

Wärme nach der Rm. Sk.	Dichtigkeit der Luft.	Beständige Zahl. par. Fuss.	Geschwind. d. Schalls. nach der Theorie. par. Fuss.	nach der Erfahrung. par. Fuss.	Unterschied in paris. Fuss.
— 10°	1 : 10055	23462	841,5	1003,8	162
9	10102	23572	843,5	1006,1	163
8	10149	23682	845,5	1008,5	163
7	10197	23792	847,4	1010,8	163
6	10244	23902	849,4	1013,2	164
5	10291	24012	851,4	1015,5	164
4	10338	24121	853,3	1017,8	164
3	10349	24231	855,2	1020,1	165
2	10432	24340	857,2	1022,4	165
1	10478	24450	859,1	1024,7	165
0	10525	24559	861,0	1027,0	166
+ 1 R	1 : 10572	24669	862,9	1029,3	166
2	10619	24778	864,9	1031,6	166
3	10666	24887	866,7	1033,8	167
4	10713	24997	868,6	1036,1	167
5	10760	25106	870,6	1038,4	167
6	10806	25215	872,4	1040,6	168
7	10853	25324	874,3	1042,9	168
8	10900	25433	876,1	1046,0	168
9	10948	25542	878,1	1047,3	169
10	10993	25651	879,9	1049,5	169
11	1 : 11040	25760	881,8	1052,0	170
12	11087	25869	883,7	1054,2	170
13	11133	25978	885,5	1056,5	171
14	11180	26087	887,3	1058,7	171
15	11227	26195	889,3	1061,0	172
16	11273	26304	891,1	1063,1	172
17	11320	26413	892,9	1065,3	173
18	11366	26521	894,8	1067,5	173
19	11413	26630	896,6	1069,7	173
20	11459	26738	898,4	1072,0	173
21	1 : 11506	26847	900,2	1074,3	174
22	11552	26955	902,0	1076,4	174
23	11599	27063	903,8	1078,6	174
24	11645	27172	905,6	1080,8	175
25	11691	27280	907,5	1083,0	175
26	11738	27388	909,2	1085,2	176
27	11784	27496	911,0	1087,4	176
28	11830	27604	912,8	1089,6	177
29	11877	27712	914,6	1091,7	177
30	11923	27820	916,3	1093,8	

5.

Ich wünſche, daſs das hier Mitgetheilte Veranlaſſung zur Berichtigung der Zahlen geben möge, welche Herr Biot in ſeinen Unterſuchungen über die Fortpflanzung des Schalls in der Luft in dieſen *Annalen* B. 18. (J. 1804. St. 12.) S. 395. mitgetheilt hat. Er ſetzt dort für die Geſchwindigkeit des Schalls nach der Theorie 915 Fuſs und nach der Erfahrung 1038, ohne den Wärmegrad zu bemerken, für den dieſes gelten ſoll. Man ſieht indeſs, daſs bei dieſer Rechnung bedeutend unrichtige Elemente müſſen zum Grunde gelegt ſeyn, weil der Unterſchied zwiſchen Theorie und Erfahrung nur 123 Fuſs iſt, ſtatt daſs er 167 ſeyn ſollte. Zwar waren damals die genauen Abwiegungen der Luft noch nicht bekannt, womit dieſer thätige Phyſiker uns ſpäter beſchenkt hat, allein aus de Luc's Barometermeſſungen wuſste man doch damals ſchon, daſs für die Temperatur von 5° (für welche die Akademiker 1038 p. Fuſs fanden) die beſtändige Zahl ſehr nahe 24750 p. F. und die Ausdehnung der Luft nahe $\frac{1}{215}$ ſey, welches nach der Tafel eine Geſchwindigkeit von 863, ſtatt von 915 par. Fuſs giebt.

Die unrichtigen Zahlen von Biot haben Herrn Prechtl in Wien veranlaſst, in den *Annalen* B. 21. S. 449. die Neuton'ſche Theorie durch Berechnung der feſten Theile, die in der Luft ſind, zu retten. Er findet dort, nach ſeiner Rechnung, die Geſchwindigkeit des Schalls zu 1026 Fuſs, und bemerkt, daſs dieſes Reſultat nur 12 Fuſs von der Er-

fahrung abweiche, die 1038 par. Fuſs gebe. Hätte er ſtatt 915 die richtige Zahl 861 genommen, ſo würde er nach ſeiner Rechnung die Geſchwindigkeit des Schalls zu 965 Fuſs gefunden haben, welches beim Gefrierpunkte 62 Fuſs von der Erfahrung abweicht.

Ich glaube, daſs man wohl thut, eine gewiſſe Genauigkeit bei dieſen Zahlenangaben zu beobachten, da der Schall eine ſo ſcharf beſtimmte Geſchwindigkeit hat, die ſich zugleich mit einer ſolchen Genauigkeit beobachten läſst, daſs die Ungewiſsheit nicht den tauſendſten Theil des Ganzen beträgt. Eine Genauigkeit, deren die wenigſten Verſuche in der Naturlehre fähig ſind, und die ſelbſt bei den meiſten geometriſchen Meſſungen nicht erreicht wird. Im Cataſter von Frankreich iſt z. B. den Geometern nur eine Genauigkeit vom hundertſten Theil des Ganzen vorgeſchrieben.

III.

Versuche über den Widerstand, welchen Luft in langen Röhren in ihrer Bewegung leiden soll,

von

Lehot, Desormes und Clement.

(Vorgel. in d. *Soc. philomat.* zu Paris den 20. April 1811.)

Frei übersetzt von Gilbert.

Es findet sich in No. 152. des *Journal des mines* eine Stelle aus des Herrn Baders Abhandlung über das englische Cylindergebläse übersetzt, in welcher eine sehr sonderbare Erfahrung erzählt wird, die der berühmte Eisenhüttenmeister Wilkinson gemacht haben soll *). Er habe, heisst es, ein Gebläse, 5000 Fuss (1620 Meter) entfernt von dem Hohofen, in welchem es wirken sollte, angelegt, und eine Windleitung, welche aus 12 Zoll (33 Centim.) weiten Röhren aus Gusseisen bestand, grade nach dem Ofen geleitet, aber nicht die geringste Bewegung der Luft am Ende dieser Leitung hervorzubringen vermocht, und sich gezwungen gesehn, die Sache aufzugeben. Es wird hinzugefügt, man habe das Sicherungs-Ventil des Gebläses verschlossen, und nun sey das grosse oberschlägige

*) Dieselbe Stelle, welche Herr C. R. v. Buffe in Freyberg in diese *Annalen* J. 1805. St. 8. (B. XX. S. 404.) eingerückt und zu erklären versucht hat. *Gilbert.*

Wasserrad, welches das Gebläse trieb, zum Stillstehn gekommen, ohne daſs man an dem entfernten Theile der Röhre den schwächsten Luftzug verspürt habe, obschon man sich versichert gehabt, daſs die Windleitung nicht verstopft gewesen sey. Aus allen kleinen Oeffnungen in der Nähe des Rades sey die Luft mit Gewalt herausgedrungen, aber schon in 600 Fuſs Entfernung habe man aus einem kleinen Loche kaum noch so viel Wind erhalten, daſs eine Lichtflamme davon bewegt worden sey.

Diese Erzählung steht in offenem Widerspruche, nicht blos mit der angenommenen Theorie der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten, sondern auch mit mehrern Versuchen, die man häufig anstellt. Dennoch ist sie noch nicht gehörig beleuchtet worden; vielmehr scheinen einige in ihr ein unverdientes Zutrauen gesetzt zu haben.

Beim Anlegen des Pumpenwerks, das das Wasser aus der Seine bis auf die Spitze des Hügels von *Marly* hob, hatte man die Vorsicht gebraucht, in der 4116 Fuſs (1370 Metr.) langen Röhrenfahrt, welche das Wasser dem Aquaduct zuführte, mit Hähnen versehene Löcher in verschiednen Entfernungen anzubringen, und nicht eher, als bis das Wasser bis zu ihnen gelangt war, die Hähne zuzudrehen. Man hatte sich nemlich eingebildet, die lange Luftsäule, welche die Röhrenstrecke füllte, bevor die Pumpe in Gang gesetzt wurde, adhärire sehr stark an den Wänden der Röhren, und die Kraft des Wasserrads werde nicht zureichen, diese ganze

Luftſäule heraus zu treiben, daher man glaubte, man müſſe ſie Theilweiſe durch jene Löcher entweichen laſſen. Da der Erfolg günſtig war, unterließs man nicht, ihn der Vorſicht zuzuſchreiben, mit der man auf das Heraustreiben der Luft aus der Röhrenſtrecke bedacht geweſen war; und ſo erhielt ſich die Ueberzeugung, ein Waſſerrad von 36 Fuſs (12 Meter) Durchmeſſer, auf das fallendes Waſſer mit ſeiner ganzen Kraft, der von 500 Pferden gleich, wirke, vermöge nicht, die Adhärenz der Luft an einer 4 Zoll (11 Centim.) weiten und 4216 Fuſs (1376 Metr.) langen Röhrenfahrt zu überwinden, ob man gleich dieſem Rade mit Recht zugetraut hatte, daſs es das Waſſer auf eine ſenkrechte Höhe von 493 Fuſs (160 Meter) heben werde.

Es iſt ſchade, daſs man in dem Verſuche, von welchem Hr. Bader Nachricht giebt, die Dichtigkeit der Luft in dem Gebläſe nicht gemeſſen hat. Wahrſcheinlich war ſie indeſs nicht geringer als die Dichtigkeit, welche ſich in dem Gebläſe du Creuſot erreichen läſt, das nach den eignen Angaben des Hrn. Wilkinſon's eingerichtet iſt; ſie ſteigt manchmal bis auf 6 Fuſs (2 Meter) Waſſerhöhe, welche einer Luftſäule von ungefähr 5000 Fuſs (1620 Meter) Höhe gleich gilt. Nach jenem Verſuche würde alſo die Reibung der Luft in einer 12 Zoll (33 Centim.) weiten und 5000 Fuſs (1620 Meter) langen Röhrenfahrt aus Guſseiſen mehr als hinreichen, dem Drucke einer eben ſo hohen Luftſäule das Gleichgewicht zu halten;

oder mit andern Worten: es würde eine 12 Zoll (33 Cent.) weite Röhre auf die Luft so mächtig einwirken, daſs die Luft sich in ihr in einer Höhe von 5000 Fuſs (1620 Meter) erhalten könnte, ohne daſs eine andre Kraft dazu mitwirkte; ein Satz, der so bizarr ist, daſs man ihn kaum auszusagen wagt.

Es war nach diesen Bemerkungen interessant, durch neue Versuche den wahren Widerstand auszumitteln, den die Luft bei ihrer Bewegung durch Röhren leidet, und den Hr. Bader für viel größer als den Widerstand hält, welchen das Wasser unter gleichen Umständen erleidet. Wir haben einige *Versuche* dieser Art angestellt, und wollen hier die Resultate derselben mittheilen.

In einer der unterirdischen Strecken (*galeries*) des Kanals der Ourcq befinden sich *zwei* ein wenig gekrümmte Röhrenfahrten aus Guſseisen, die jede 25 Centim. (9 Zoll) weit und 447½ Meter (1380 Fuſs) lang sind. Wir verstopften das Ende einer dieser Röhren mit einem Stöpsel, durch den ein kleines Loch ging, in welches das Rohr eines mit einer Klappe versehenen Handblasebalgs paſste. In demselben Augenblicke, wenn wir mit diesem Blasebalge einen Stoſs gaben, schlugen wir an der andern Röhre mit einem Hammer, und jedesmahl fand sich am andern Ende, daſs die Flamme eines vor der Röhrenfahrt gehaltenen Lichts in demselben Augenblicke in Bewegung gerieth, in welchem der Schlag des Hammers gehört wurde. Diese Gleichzeitigkeit in der Fortpflanzung des Schalls und der

Wirkung des Windes leidet gar keinen Zweifel; denn wir würden die geringste Verschiedenheit in derselben wahrgenommen haben, da wir das Ohr an die eine Röhre hielten und die Lichtflamme vor der Mündung der andern Röhre im Auge hatten.

Wir nahmen darauf statt des Blasebalgs einen Desaguiller'schen Ventilator *) von 1 Meter Durchmesser, welcher drei Flügel hatte, verbanden die Oeffnung um die Axe desselben mit der Mündung der Röhrenfahrt, und gaben in dem Augenblicke, wenn er in Bewegung gesetzt wurde, einen articulirten Ton an. Der Beobachter am andern Ende der Röhre sah die Lichtflamme sich bewegen zu gleicher Zeit, als er den Ton hörte.

Wir müssen hierbei jedoch bemerken, dass die grösste Geschwindigkeit des Windes erst eine ziemliche Zeit später als die erste Wirkung desselben eintraf, wie sich aus der Neigung eines kleinen Anemometers beurtheilen liess. Dasselbe Mittel belehrte uns, dass, wenn unsere lange Luftsäule eine bedeutende Geschwindigkeit angenommen hatte, diese, wenn wir den Ventilator plötzlich anhielten, nur sehr langsam abnahm. Betrug die grösste Geschwindigkeit ungefähr 4 Meter, so verflossen 67 Sekunden, ehe die Bewegung unmerklich wurde.

Belehrt durch diese Versuche, dass der geringe Druck, den unser kleiner Ventilator hervorbrachte, hinreiche, in der langen Röhrenfahrt einen sehr

*) Nach Art des Windfächers oder der Wettertrommel der Bergleute; vergl. *Annal. N. F.* B. 7. S. 128. *Gilbert.*

merkbaren Wind zu erzeugen, wünschten wir die Geschwindigkeit dieses Windes zu messen. Wir stellten zu dem Ende an die Oeffnung der Röhrenfahrt ein Anemometer, das aus einer rechteckigen Platte von Weissblech, 1800 Quadr. Millim. gross und 3,45 Grammes schwer, bestand, welche sich um eine Axe drehte; und durch die Neigung, in die sie versetzt wurde, die Geschwindigkeit des Windes angab. Hielt sich die Platte ganz horizontal, so musste der Wind, wie sich aus unsrer Rechnung ergab, eine Geschwindigkeit von ungefähr 4 Meter in der Sekunde haben. Beobachtungen mit der Pitot'schen Röhre gaben dasselbe Resultat. Der Ventilator machte dann in der Secunde drei Umläufe.

Der Wind äusserte sich nicht nur dann auffallend und schnell am Ende einer 447,5 Meter (1380 Fuss) langen Röhre, wenn dieses Ende allein offen war, und alle Luft hergab, die der Ventilator einsog; sondern auch als wir diese Oeffnung bis auf 9 Centim. verminderten, und unmittelbar am Ventilator in der Röhre eine gleich weite Oeffnung anbrachten, wurden Anemometer, welche in diesen Oeffnungen standen, sehr merkbar geneigt; und während der Anemometer zunächst beim Ventilator eine Geschwindigkeit von 2,75 Meter (8,5 Fuss) anzeigte, zeigte der am andern 447,5 Meter (1360 Fuss) entfernten Ende befindliche Anemometer 1,62 Meter (5 Fuss) Geschwindigkeit. Und doch waren die Röhrenfahrten noch nicht untersucht worden, und

es drang daher wahrscheinlich durch mehrere ihrer zahlreichen Fugen Luft hinein.

Wir haben also gefunden, dass schon ein Druck von 2 bis 3 Millimeter (1 bis 1½ Linien) Wasserhöhe hinreicht, in einer 25 Centim. (9 Zoll) weiten Röhre einen ganz beträchtlichen Wind hervorzubringen, welcher ein Licht in 447,5 Meter (1380 Fuss) Abstand, das vor dieser grossen Oeffnung steht, ausbläst, und dass die Fortpflanzung dieses Windes mit derselben Geschwindigkeit als die Fortpflanzung des Schalls vor sich geht. Nach der Schrift des Herrn Bader soll in einer viel weitern Röhre die ganze Kraft eines Wasserrads, welche sich recht gut auf 2 Meter (6 Fuss) Wasserhöhe, also auf das 100fache jener schätzen lässt, kaum zugereicht haben, die Flamme eines 200 Meter (600 Fuss) entfernten Lichtes in Bewegung zu setzen. Unsere Versuche sind also im vollkommensten Widerspruche mit denen, welche Hr. Bader dem Hrn. Wilkinson zuschreibt, und es ist zu vermuthen, dass irgend ein Umstand, den man übersehn hat, in diesen letztern irre geführt hat.

Wir haben diese Gelegenheit zugleich benutzt, die *Geschwindigkeit des Schalls* in den Röhren zu messen. Sie fand sich 340,5 Meter in einer Secunde, bei einer Temperatur von 12,5 der Cent. Skale und 0,76 Meter Barometerstand. Diese Geschwindigkeit weicht nur um 2,5 Meter von der ab, welche sich aus den Versuchen der Akademie ergeben hat *).

*) Nach den hier mitgetheilten Resultaten der Versuche der

Der durch die Röhren selbst fortgepflanzte Schall läfst sich sehr leicht von dem durch die Luft fortgepflanzten unterscheiden, und hat eine viel gröfsere Geschwindigkeit, als dieser; doch haben wir sie viel kleiner gefunden, als Hr. Biot sie angiebt *); sie schien uns nur 593 Meter in einer Secunde zu seyn. Die Röhrenfahrt bestand indefs aus einer grofsen Menge durch Schrauben an einander befestigter Röhren, zwischen welchen Lederscheiben oder andere weiche Körper lagen, und läfst sich daher nicht für einen homogenen Körper nehmen. In diesem würde die Geschwindigkeit des Schalls ohne Zweifel viel gröfser gewesen seyn.

Die Uebereinstimmung aller Thatsachen, welche wir hier mitgetheilt haben, mit der wahren Theorie der Bewegung der elastischen Flüssigkeiten, scheint uns alle Erklärungen überflüssig zu machen.

Herren Verfasser beträgt die Geschwindigkeit des Schalls 1048,2 par. Fuſs für 10° R., eine Temperatur, für welche die Tafel in der vorhergehenden Abhandlung 1049,5 p. F. angiebt; ihr Resultat kimmt also viel näher, als sie selbst glauben, mit den Versuchen der pariser Akademie überein.
Gilbert.

*) *Annal.* N. F. B. V. S. 407. f. G.

IV.

Beschreibung eines Horchrohrs (Acroama), das besonders zum Kriegsgebrauche eingerichtet ist,

von

C. F. A. Praetorius,
Prem. Lieuten. zu Dresden.

Noch ist die Idee, so viel ich weiss, von niemand ausgeführt worden, ein Instrument anzugeben, welches einen *entfernten* Schall näher bringt und deutlicher hören macht. Die bisherigen *Hörröhre* dienten blos zum deutlichern Hören für Harthörige in der Nähe, und verhalten sich daher zu einem solchen Instrumente, wie das Mikroskop zu dem Teleskop. Ein Horchrohr dieser Art würde vorzüglich dem Militair von vielem Nutzen seyn, um auf Vorposten die nächtliche Annäherung des Feindes, und bey Belagerungen die Arbeit der Sappeurs und Mineurs zu entdecken; und dieses hat mich bestimmt zu versuchen, es auszuführen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, dass sich der Schall in harten Körpern weiter und schneller fortpflanzt, als in freyer Luft. So erzählt *Hube* (Unterricht in der Naturlehre 1801. B. 1. S. 388.), er habe bey der Belagerung von Münster, an einem

über 20 Meilen davon entfernten Orte, die Schüsse der Batterien sehr deutlich gehört, wenn er das Ohr auf die Erde legte, ungeachtet er in der Luft, bey der gröſsten Aufmerksamkeit, nichts davon hätte wahrnehmen können. Ich selbst habe die Erfahrung gemacht: daſs ich das Stampfen einer Oehlmühle bey 4000 Schritt Entfernung noch deutlich hörte, wenn ich ein eisernes Grabscheit, mit der flachen Seite gegen den Ort gerichtet, in die Erde steckte und mein Ohr an des Stiels Ende legte; hingegen nichts vernahm, wenn ich das Grabscheit mit der Kante nach der Mühle hin richtete. In dieser Lage muſste ich mich ihr bis auf 1800 Schritt nähern, ehe ich das Stampfen hörte, von dem ich durch die freye Luft auch in diesem Abstande nichts, und nicht eher als bey 1000 Schritt Entfernung etwas vernahm. So unvollkommen dieses Instrument war, so brachte es doch den Schall zu einer vierfachen Annäherung. Daraus läſst sich folgern, daſs durch eine geschickte und den Gesetzen der Akustik mehr entsprechende Einrichtung, der Schall wohl möge bis zur zehnfachen Annäherung können gebracht werden.

Nun hört man, bey einer windstillen und geräuschlosen Nacht, in freyer Luft, das Marschiren einer Compagnie auf festem Boden, ohne Schritt, auf 1400 Fuſs, und im Schritt auf 2000 Fuſs Weite; eine Escadron Cavallerie im Schritt auf 1800 Fuſs und im Trapp oder Galopp auf 2600 Fuſs weit; und das Fahren des Geschützes im Schritt auf 1600 Fuſs

und im Trapp auf 2400 Fuſs weit. Nimmt man dafür im Durchſchnitt 2000 Fuſs zur Weite an; ſo würde man vermittelſt eines ſolchen Horchrohrs die Annäherung des Feindes auf 20000 Fuſs, oder auf ¾ Meilen Entfernung deutlich wahrnehmen. Ein Reſultat, welches zu Verſuchen nicht wenig aufmuntern muſste.

Ich habe in dem folgenden Entwurf des Inſtruments vorzüglich mit darauf geſehen, daſs es, auſser der Annäherung des Schalls, auch deſſen Richtung mit anzeigen möge. Das Inſtrument beſtehet aus vier Haupttheilen, welche man auf Taf. I. abgebildet ſieht: 1) der *Trommel* a d e h Fig. 1, 3 und 5; 2) der *Kammer* i k l m n o p q Fig. 3 und 5; 3) der *Leitröhre* h i Fig. 1. und 4) dem *Ohrſtück* i k Fig. 1. 7 und 8.

Trommel, Kammer und Leitröhre werden von weiſsem Blech, das Ohrſtück aber von Meſſing gemacht.

Bey der *Trommel* iſt des Cylinders c d e f Durchmeſſer 10 Zoll, Höhe 12 Z., des Kegelſtücks b c f g Höhe 6 Z., und des Halſes a b g h Höhe 1 Z. u. Durchmeſſer 3 Zoll.

Bey der *Kammer* iſt des Cylinders l m n o Durchmeſſer 9½ und Höhe 11 Zoll, des Kegelſtücks k l o p Höhe 6, und des Halſes i k p q Höhe 2 Z und des letztern Durchmeſſer 2½ Zoll.

Bey r Fig. 3 und 5 iſt eine Meſſingplatte mit einem Zapfen an m n, und bey s eine Korkſcheibe mit einem Zapfenloche an i e befeſtigt. Die in-

nere Seite des Halses a b g h der Trommel ist mit ¼ Zoll starkem Filz ausgelegt, in welchem sich der Hals i k p q der Kammer mit einer geringen Reibung drehen kann.

Um den Schall in der Kammer zu fangen, und durch die Leitröhre fortzupflanzen, hat jene eine Oeffnung t u v w Fig. 5, welche ¼ vom Umkreis des Cylinders und dessen ganze Höhe beträgt, wie solches auch die Linie a b in Fig. 4 und 6 zeigt.

Auf den Hals i k p q der Kammer wird die conische Leitröhre gesteckt, welche aus 3 Stücken, jedes 6 Zoll lang, bey l l Fig. 1. zusammengesetzt ist, und zwar so, dass jedesmal das obere Stück das untere übergreift.

Bey i ist das Ohrstück i k Fig. 1. mit seiner Mündung k der Kammeröffnung entgegen aufgesetzt, welches in Fig. 7 und 8 in einem viermal grössern Maßstabe vorgestellt ist. Die Röhre i a k Fig. 7. ist gebogen, und hat bey k eine ¼ Zoll weite Oeffnung. Das Stück a k, so 2 Zoll lang ist, ist cylindrisch und auf der äussern Fläche mit einem Schraubengewinde versehen, worauf die hohle Halbkugel b c von 1½ Zoll Durchmesser geschraubt wird. Diese Vorrichtung ist zum feinen Hören sehr nothwendig, indem vor jedem Ohre sich in einem Raume von 1 Zoll Abstand eine gewisse Stelle befindet, bey welcher, nach dem Baue des Ohres in Hinsicht seiner äussern Gehörgänge, der Schall in die Gehöraxe fällt, und von da weiter zur Trommelhaut geleitet wird.

Fig. 2 ist die obere Ansicht von der Trommel, wo AB den Durchschnitt von Fig. 3 und CD von Fig. 5 anzeigt. Fig. 4 und 6 sind die Grundschnitte von Fig. 3 und 5.

Soll das Instrument gebraucht werden, so muss zuvor der Beobachter durch Versuche die Stellung der Hohlkugel des Ohrstücks bestimmt haben, welches auf folgende Weise am besten zu bewerkstelligen ist: Man stellt das Instrument auf hartem Boden, legt sodann eine Taschenuhr neben dasselbe, und sucht durch Vor- und Rückwärtsschrauben der Hohlkugel, den Stand zu finden, in welchem das Picken der Uhr am deutlichsten gehört wird.

Wenn nun das Instrument so vorgerichtet ist, wird es bis an die Linie cf in hartem Boden eingegraben, und der übrige Raum zwischen der Trommel und dem Erdboden mit lockerer Erde ausgefüllt, und nach und nach gleichmäfsig festgestampft; sodann dreht der Beobachter mit stets angelegtem Ohre die Leitröhre langsam im Kreise herum, und merkt sich die Richtung, in welcher er einen besondern Schall am deutlichsten gehört hat. In dieser Richtung sucht er nunmehr zu erforschen, ob gehackt, geschossen, gefahren, geritten oder gegangen wird; ob Pferde wiehern, Hunde bellen oder Menschen schreyen, und so weiter. Von allem diesen muss er suchen aus der Stärke des Schalls die Entfernung zu bestimmen, welche Fer-

tigkeit er sich aber zuvor durch mehr Versuche und Erfahrungen muſs erworben haben *).

*) Ich habe in diesen *Annal. N. F.* B. 7. S 69. Versuche im Groſsen über die Wirkung meines Horchrohrs versprochen; sie zu geben, sehe ich mich aber auſser Stande, da das Instrument nicht mehr in meinen Händen ist, und wahrscheinlich unter ähnlichen Dingen auf einer Bodenkammer ruht, wo vielleicht einmahl jemand umsonst wird ergrübeln wollen, was das für ein Ding sey. Aus meinen wenigen Versuchen im Kleinen ergiebt sich: daſs zwar das Instrument den Schall beträchtlich verstärkt, jedoch die Richtung des Schalls nicht im geringsten anzeigt, zu welchem Zweck doch die innere Einrichtung mit der Kammer getroffen war. Ich hatte geglaubt, der im harten Körper fortgepflanzte Schall sollte einen Theil seiner Bewegung der ihn umgebenden Luftschicht mittheilen, und so, von der Kammer aufgefangen, durch die Leitungsröhre zum Ohre geführt werden; allein diess geschah nicht, der Schall ging durch den Filz im Bleche der Leitröhre fort. Ich fütterte den Hals der Trommel mit Schafpelz aus und setzte den Zapfen auf ein kleines Federkissen, um die Fortleitung in dem Bleche zu hemmen; aber dadurch verlor man nur an der Stärke des Schalls, ohne etwas für die Bestimmung der Richtung desselben zu gewinnen. Eine gleiche Bewandtniſs hatte es mit dem Ohrstücke: hielt man eine Taschenuhr an das Blech, so war bey jeder Stellung der Hohlkugel das Picken von gleicher Stärke zu hören; hielt man aber die Taschenuhr frei in die Oeffnung der Kammer, so pflanzte sich der Schall in der Luft fort, und jetzt zeigte die verschiedene Stellung der Halbkugel einen Unterschied.

Praetorius.

V.

Ueber die Theorie des Lichts,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.
damals Prof. d. Phys. an d. Roy. Instit. zu London.

Frei übersetzt

vom

Professor LÜDICKE in Meissen *).

In der Einleitung sagt der Verfasser: Zu dem Systeme wellenförmiger Schwingungen, welches er zu behaupten unternehme, habe den ersten Grund Newton gelegt, dessen Meinungen weniger von dieser Theorie abweichen, als man jetzt fast allgemein glaube; auch habe Leonhard Euler seine Theorie des Lichts gänzlich von Newton, Hooke, Huyghens und Malebranche entlehnt. Darauf fährt er fort **):

Diejenigen, welche für jede Lehre, die mit Newton's Bewilligung gedruckt ist, eingenommen sind, wie sie es mit dem gröſsten Rechte seyn können, werden wahrscheinlich geneigt seyn, diesen Betrachtungen um so mehr ihre Aufmerksamkeit zu

*) Aus den *Philosoph. Transact. of the R. Soc. of London for* 1802.

**) In dem Folgenden findet keine Abkürzung mehr Statt. *L.*

ſchenken, je näher ſie mit Newton's eigenen Meinungen zuſammentreffen. Aus dieſer Urſache werde ich, nachdem ich jeden einzelnen Satz meiner Theorie kürzlich angegeben habe, aus den verſchiedenen Schriften Newton's ſolche Stellen ſammeln, welche ihre Annahme zu begünſtigen ſcheinen; und wiewohl ich einige Schriften anführen werde, von welchen man vermuthen kann, daſs ſie zum Theil bey Bekanntmachung der Optik zurückbehalten worden ſind; ſo ſoll doch nichts aus ihnen entlehnt werden, was mit deſſen reiferm Urtheile ſtreiten könnte.

ERSTE HYPOTHESE.

Ein lichtbringender, im hohen Grade dünner und elaſtiſcher Aether durchdringt das Univerſum.

Stellen aus Newton: „Die Hypotheſe hat „gewiſs eine viel gröſsere Aehnlichkeit mit ſeiner „eigenen, (nämlich des D. Hook's Hypotheſe,) als „er dabei zu vermuthen ſcheint, da die Schwingungen des Aethers eben ſo nützlich und nothwendig in dieſer als jener ſind:" *).

„Was die Hypotheſe betrifft, ſetzt man vornämlich in derſelben voraus, daſs es ein ätheriſches Mittel von derſelben Beſchaffenheit, als die „Luft, aber viel dünner, feiner und viel elaſtiſcher, „gebe. Man nimmt nicht an, daſs dieſes Mittel „eine gleichförmige Materie ſey; ſondern, daſs es

*) Phil. Transact. Vol. VII. p. 5087. Abr. Vol. I. p. 145. Nov. 1672. Y.

„theils aus dem trägen Körper des Aethers, theils „aus andern verschiedenen ätherischen Geistern zu- „sammengesetzt sey; auf eben die Art, wie die Luft „eine Zusammensetzung aus dem trägen Körper der „Luft und verschiedenen untergemischten Dämpfen „und Ausdünstungen ist: denn die electrischen und „magnetischen Ausflüsse und die Ursache der „Schwere scheinen eine solche Verschiedenheit zu „beweisen" *).

„Wird nicht die Hitze (eines warmen Raumes) „mittelst der Schwingungen eines viel feinern Mit- „tels, als die Luft ist, durch den leeren Raum ge- „führt? und ist dieses Mittel nicht einerlei mit dem „Mittel, durch welches das Licht gebrochen und „zurückgeworfen wird, und durch dessen Schwin- „gungen das Licht den Körpern Hitze mittheilt, „und es in den Stand setzt, leicht zurückgeworfen „und leicht durchgelassen zu werden? Sollten nicht „die Schwingungen dieses Mittels bei heissen Kör- „pern zur Stärke und Dauer ihrer Hitze etwas bei- „tragen? Sollten nicht heisse Körper den anlie- „genden kalten Körpern ihre Hitze durch Schwin- „gungen dieses Mittels mittheilen, welche von „ihnen bis zu den kalten fortgepflanzt werden? Ist „dieses Mittel nicht ungleich dünner und feiner, „auch ungleich elastischer und wirksamer, als die „Luft? Durchdringt es nicht leicht alle Körper? „Wird es nicht mittelst der elastischen Kraft

*) *Birch. Hist. of the Roy. Soc.* Vol. III. p. 249. Dec. 1675. Y.

„durch den ganzen Himmelsraum verbreitet? Müssen nicht die Planeten, Kometen und alle grosse „Körper ihre Bewegungen in diesem ätherischen „Mittel machen, und muss dessen Widerstand nicht „so klein seyn, dass er unbedeutend wird? Wenn „man zum Beispiel diesen Aether (denn so will ich „dasselbe nennen) 700000 mal elastischer und über „700000 mal dünner, als unsre Luft, annimmt; so „wird sein Widerstand 600000000 mal kleiner als „der des Wassers seyn. Ein so kleiner Widerstand „würde bey der Bewegung der Planeten kaum in „tausend Jahren eine Aenderung hervorbringen. „Sollte jemand fragen, wie ein Mittel so dünn seyn „könne: der mag mir zeigen, wie ein electrischer „Körper mittelst der Reibung so dünne und feine „und doch so mächtige Ausflüsse ausschicken könne, „und wie die Ausflüsse eines Magnets durch Glasplatten ohne Widerstand gehen und doch die „Magnetnadel hinter dem Glase drehen können." *)

ZWEYTE HYPOTHESE.

Es werden in dem Aether Wellenschläge erregt, sobald ein Körper zu leuchten anfängt.

Anmerkung. Ich gebrauche den Ausdruck Wellenschlag **) *(undulation)* vorzugsweise statt Vibration, weil man unter Vibration gemeiniglich eine Bewegung versteht, welche beständig wechseln

*) *Optics Qu.* 18. 22. Y.

**) Weil Wellenschlag an Pendelschlag erinnert, und hier Schwingungen zu verstehen sind. *A. d. U.*

weiſe vor- und rückwärts geht, durch Verbindung des Moments des Körpers mit einer beſchleunigenden Kraft, welche natürlich mehr oder weniger dauernd iſt. Ein Wellenſchlag hingegen ſoll eine ſolche ſchwingende Bewegung ſeyn, welche nach und nach durch verſchiedene Theile des Mittels fortrückt, ohne daſs ein Theil ſeine Bewegung fortzuſetzen ſtrebt, auſser in ſofern er die nachfolgenden Wellenſchläge, die von einem wirklich ſchwingenden Körper veranlaſst worden, fortpflanzt; ſo wie die Schwingungen einer Saite die Wellenſchläge in der Luft hervorbringen, welche den Schall geben.

Stellen aus Newton. „Wäre ja eine Hypotheſe anzunehmen; ſo müſste ſie, allgemein erwogen, ſo beſchaffen ſeyn, daſs ſie nicht ſowohl beſtimmt, was das Licht iſt, als daſs es irgend etwas ſey, welches in dem Aether Schwingungen hervorbringen kann. Denn ſo wird ſie allgemein und umfaſst die andern Hypotheſen; ſo wie ſie auch wenig Raum für Erfindung einer neuen übrig läſst“ *).

„Zweitens muſs man annehmen, daſs der Aether ein ſchwingendes Mittel, ſo wie die Luft iſt; nur daſs die Schwingungen geſchwinder und kleiner ſind. Die Schwingungen der Luft, welche von einer gewöhnlichen Menſchenſtimme hervorgebracht werden, folgen in der Entfernung eines mehr als halben oder ganzen Fuſses auf einander;

*) *Birch.* Vol. III. p. 249. Dec. 1675.

„aber die des Aethers in einer kleinern Entfernung, „als dem hunderttausendsten Theile eines Zolles. „So wie in der Luft einige Schwingungen weiter, „als andere, jedoch alle gleich geschwind sind; „(denn bey dem Lauten der Glocken wird der „Schall eines jeden Tones in zwei oder drei Mei- „len Entfernung und in derselben Ordnung gehört, „nach welcher die Glocken gelautet worden;) so „sind auch, wie ich vermuthe, die ätherischen „Schwingungen in der Ausbreitung, aber nicht in „der Geschwindigkeit verschieden. Man kann auch „diese Schwingungen, auf welchen die Zurück- „werfung und Brechung beruhen, als das vorzüg- „lichste Mittel ansehen, wodurch die Theile gäh- „render und faulender Massen und Flüssigkei- „ten, oder der schmelzenden und brennenden „oder andern heissen Körper, ihre Bewegung un- „terhalten" *).

„Wenn ein Lichtstrahl auf die Oberfläche ei- „nes durchsichtigen Körpers fällt und daselbst ge- „brochen oder zurückgeworfen wird, sollten nicht „dadurch wellenartige Schwingungen oder Zitte- „rungen in dem brechenden oder zurückwerfenden „Mittel erregt werden? Werden diese Schwingun- „gen nicht von dem Einfallspuncte an auf grosse „Entfernungen fortgepflanzt? Werden sie nicht die „Lichtstrahlen einholen und bei ihrer nach und „nach erfolgten Zusammenkunft mit ihnen sie in die

*) *Birch.* Vol. III. p. 251. Dec. 1675. K.

„oben beschriebenen Zustände versetzen, leichter re-
„flectirt oder leichter durchgelassen zu werden“ *)?

„Das Licht befindet sich in dem Zustande leich-
„ter reflectirt oder leichter durchgelassen zu werden,
„vor dem Einfalle in durchsichtige Körper. Wahr-
„scheinlich wird es in einen solchen Zustand, wie
„bei dessen ersten Aussendung von leuchtenden
„Körpern, versetzt, und verharrt in demselben wäh-
„rend seines ganzen Fortganges“ **).

DRITTE HYPOTHESE.

Die Empfindung der verschiedenen Farben hängt von der verschiedenen Wiederholung der Schwingungen ab, welche von dem Lichte auf der Netzhaut erregt werden.

Stellen aus Newton: „Die Hypothese des
„Gegners ist in Ansehung ihrer Grundlage mir nicht
„entgegen. Dessen zum Grunde gelegte Voraus-
„setzung ist, dass die Theile der Körper, wenn sie
„stark bewegt werden, Schwingungen in dem Ae-
„ther erregen, welche nach allen Richtungen von
„diesen Körpern an in geraden Linien fortgepflanzt
„werden und eine Empfindung des Lichts durch
„Anstossen oder Anschlagen gegen den Boden des
„Auges fast auf dieselbe Art hervorbringen, wie
„die Schwingungen der Luft eine Empfindung des
„Schalles durch Schlagen gegen das Gehörorgan
„verursachen. Folgendes wird jedoch, wie ich
„glaube, eine freiere und natürlichere Anwendung

*) *Optics Qu.* 17. Y.

**) *Optics.* lib. II. Part. III. prop. 13. Y.

„dieser Hypothese auf die Auflösung der Erschei-
„nungen gewähren: Die bewegten Theile der Kör-
„per erregen, nach ihren verschiedenen Grössen,
„Formen und Bewegungen, in dem Aether Schwin-
„gungen von verschiedener Tiefe oder Grösse, wel-
„che, wenn sie vermischt bis in unser Auge durch
„dieses Mittel fortgepflanzt werden, in uns die Em-
„pfindung eines Lichts von weisser Farbe hervor-
„bringen; wenn aber auf irgend eine Art die von
„ungleicher Grösse von einander getrennt worden
„sind, so werden die grössten eine Empfindung der
„rothen Farbe, die kleinsten oder kürzesten ein
„dunkles Violet und die mittlern eine der mittlern
„Farben erzeugen, eben so, wie Körper nach ihren
„verschiedenen Grössen, Formen und Bewegungen
„in der Luft Schwingungen von verschiedener
„Grösse erregen, welche nach Beschaffenheit ihrer
„Grösse verschiedene Töne geben. Die grössten
„Schwingungen sind am geschicktesten, den Wi-
„derstand einer brechenden Fläche zu überwinden,
„und gehen mit der kleinsten Brechung hindurch.
„Daher müssen Schwingungen von verschiedener
„Grösse, nämlich die verschiedenen Farbenstrahlen,
„welche in dem Lichte mit einander vermischt sind,
„durch eine Brechung von einander getrennt wer-
„den, und so die Erscheinungen des Prisma und
„andrer brechenden Materien hervorbringen. Von
„der Dicke einer dünnen durchsichtigen Platte oder
„Blase hängt es ab, ob eine Schwingung bey deren
„vordern Fläche reflectirt werden oder durchgehen

„soll, so dafs sie nach der Anzahl der Schwingun-„gen, welche zwischen zwei Flächen Statt finden, „für jede folgende Dicke reflectirt oder durchge-„lassen werden müssen. Weil die Schwingungen, „welche Blau und Violet machen, kleiner, als die, „welche Roth und Gelb geben, angenommen wer-„den, so müssen sie bei geringerer Dicke der Platte „reflectirt werden. Dieses ist hinreichend, alle ge-„wöhnliche Erscheinungen bei dünnen Platten und „Blasen und also aller Naturkörper zu erklären, „deren Theile als eben so viel Fragmente solcher „Platten anzusehen sind. Diese Bedingungen schei-„nen die einfachsten, natürlichsten und nothwen-„digsten bei dieser Hypothese zu seyn, und sie stim-„men so genau mit meiner Theorie überein, dafs, „wenn der Gegner sie hinzuzufügen für dienlich „hält, er es dieserhalb nicht nöthig hat, sich von „ihr zu trennen. Wie er jedoch die Hypothese ge-„gen andere Schwierigkeiten vertheidigen will, weifs „ich nicht" *).

„Um die Farben zu erklären, nehme ich an, „dafs, so wie Körper von verschiedener Gröfse, „Dichtigkeit oder Reizbarkeit, wenn sie gestofsen „oder sonst gerührt werden, verschiedene Töne „und also verschiedentlich grofse Schwingungen in „der Luft hervorbringen, auch die Lichtstrahlen, „die auf harte brechende Flächen fallen, Schwin-„gungen in dem Aether von verschiedener Gröfse

*) *Phil. Transact.* Vol. VII. p. 5088. *Abr.* Vol. I. p. 145. Nov. 1672. Y.

„erregen; daſs die gröſsten, ſtärkſten oder wirk„ſamſten Strahlen die gröſsten Schwingungen und „andere nach ihrer Gröſse, Stärke oder Kraft die „kleinern Schwingungen geben. Da nun die En„den der Fäden des optiſchen Nerven, welche die „Netzhaut bilden, dergleichen brechende Flächen „ſind; ſo müſſen die Lichtſtrahlen, wenn ſie auf„fallen, daſelbſt dergleichen Schwingungen erre„gen, welche (gleich denen des Schalls im Sprach„rohre oder der Trompete) längs der feuchten „Zwiſchenräume oder des durchſichtigen Markes „durch den optiſchen Nerven hindurch in das Sen„ſorium laufen und daſelbſt die Empfindung von „verſchiedenen Farben nach Beſchaffenheit ihrer „Gröſse und Miſchung veranlaſſen: die gröſsten die „Empfindung von den ſtärkſten Farben, Roth und „Gelb; die kleinſten von den ſchwächſten, Blau „und Violet; die mittlern von Grün, und eine Mi„ſchung aller, die Empfindung von Weiſs auf eben „dieſelbe Art, wie die Natur bey dem Sinne des „Gehörs ſich der Schwingungen in der Luft von „verſchiedener Gröſse bedient: denn auf die Ana„logie der Natur muſs man achten" *).

„Wenn man die Dauer der von dem Lichte „auf dem Boden des Auges verurſachten Bewegun„gen betrachtet, ſind ſie nicht von ſchwingender „Beſchaffenheit? Müſſen nicht die brechbarſten „Strahlen die kürzeſten Schwingungen, die weniger „brechbaren die gröſsten erregen? Sollte nicht die

*) *Birch.* Vol. III. p. 262. Dec. 1675. F.

„Harmonie und Disharmonie der Farben von den „Verhältnissen der Schwingungen entspringen, wel- „che durch die Fäden des optischen Nerven in das „Gehirn gehen; so wie der Wohl- und Uebel- „klang des Schalles von den Verhältnissen der „Schwingungen in der Luft entstehet“ *)?

Anmerkung. Weil es aus der hier von Newton angegebenen Ursache wahrscheinlich ist, dass die Bewegung der netzförmigen Haut vielmehr schwingend als wellenartig ist, so muss die Menge der Schwingungen von der Beschaffenheit dieses Werkzeuges abhängen. Da man es sich nun kaum als möglich denken kann, dass jeder empfindende Punct der Netzhaut eine unendliche Menge Theile enthalte, wovon jeder mit jedem möglichen Wellenschlage in vollkommner Uebereinstimmung zu vibriren fähig ist; so wird es nöthwendig, eine kleine Zahl, zum Beispiel die drey Hauptfarben, Roth, Gelb und Blau anzunehmen, deren Wellenschläge sich in der Grösse beinahe wie die Zahlen 8, 7 und 6 verhalten, und dass jeder dieser Theile fähig sey, durch die von der vollkommnen Uebereinstimmung weniger oder mehr abweichenden Wellenschläge in schwächere oder stärkere Bewegung gesetzt zu werden. So werden zum Beispiel die Wellenschläge des grünen Lichtes, welche sich beinahe in dem Verhältnisse von 6½ befinden, jene Theile in eben derselben Uebereinstimmung mit Gelb und Blau rühren und denselben Effect, als

*) *Optics* Qu. 16. 13. 14. Y.

das aus diesen beiden Arten zusammengesetzte Licht, hervorbringen, und jeder empfindende Faden des Nerven wird drei Theile enthalten, wovon jeder einer Hauptfarbe zugehört. Nimmt man diese Voraussetzung an, so erhellet, dass der Versuch, mit den Farben einen musikalischen Effect hervorzubringen, nicht nach Wunsch ausfallen könne, oder dass man wenigstens mit ihnen nichts mehr als eine sehr einfache Melodie nachahmen werde: denn der Zeitraum, in welchem in der That der Wohlklang einer Consonanz beruhet, da er ein Vielfaches der Zeiträume der einzelnen Wellenschläge ist, würde in diesem Falle ganz ohne begrenzte Empfindungen der Netzhaut seyn und seine Wirkung verlieren; gleichwie der Wohlklang einer Tertie oder Quarte verderbt wird, wenn man sie auf den niedrigsten Noten der musikalischen Skale spielt. Bei dem Hören scheint kein Theil des Gehörwerkzeuges fortdauernde Schwingungen zu haben.

VIERTE HYPOTHESE.

Alle Körper haben eine Anziehung gegen das ätherische Mittel, mittelst welcher es sich in ihnen anhäuft und sie in einer kleinen Entfernung im Zustande einer grössern Dichtigkeit, aber nicht einer grössern Elasticität umgiebt.

Es ist schon gezeigt worden, dass die drei vorigen Hypothesen, welche man Grundhypothesen nennen kann, buchstäblich Theile des mehr zusammengesetzten Newton'schen Systems sind. Diese

vierte Hypothese weicht vielleicht in einigen Stücken von dem etwas ab, was ich aus vorhergehenden Schriftstellern vorgetragen habe, und ist der Hypothese Newton's ganz entgegen: allein da beide in sich selbst gleich wahrscheinlich sind, so ist der Einwurf blos zufällig und es ist nur zu untersuchen, welche am besten geschickt ist, die Erscheinungen zu erklären. Vielleicht könnte man an ihrer Statt andere Voraussetzungen annehmen, und ich betrachte sie daher nicht als eine Grundhypothese, jedoch scheint sie mir die einfachste und beste unter allen zu seyn, welche mir vorgekommen sind.

ERSTER SATZ.

Alle Schläge werden in einem gleichartigen elastischen Mittel mit einer gleichen Geschwindigkeit fortgepflanzt.

Jeder Versuch, der sich auf den Schall beziehet, führt auf die Bemerkung, welche schon von Newton angeführt worden, dass alle Wellenschläge mit gleicher Geschwindigkeit durch die Luft fortgepflanzt werden, und dieses ist nachher durch Rechnung bestätiget worden *). Wenn die Schläge so gross sind, dass sie der Materie nach die Dichtigkeit des Mittels stören, so bleibt es nicht länger gleichartig; in so fern sie aber unsere Sinne betreffen, kann die Grösse der Bewegung als unendlich klein angesehen werden. Es ist zu verwundern, dass Euler, wiewohl er alles dieses wusste, dennoch be-

*) Lagrange *Misc. Taur.* Vol. I. p. 91. So auch viel kürzer in meinem *Syllabus of a course of Lectures on Natural and Experimental Philosophie. Article 289.* Y.

haupten konnte, dass die zahlreichern Wellenschläge schneller fortgepflanzt würden *). Es ist möglich, dass die wirkliche Geschwindigkeit der Theile des lichtbringenden Aethers gegen die Geschwindigkeit der Wellenschläge in einem viel kleinern Verhältnisse, als bei dem Schalle, stehe; denn Licht, welches durch die Bewegung eines Körpers hervorgebracht worden, wird in derselben Zeit hundert Millionen Meilen durchlaufen, in welcher der Körper blos eine Meile vollendet.

Erste Anmerkung. Es ist bewiesen worden, dass sich bei verschiedenen Mitteln die Geschwindigkeit wie die Quadratwurzel aus der Kraft gerade und aus der Dichtigkeit umgekehrt verhalte **).

Zweite Anmerkung. Aus den Erscheinungen bei elastischen Körpern und dem Schalle erhellet, dass die Wellenschläge einander durchkreuzen können, ohne sich zu hindern; daraus folgt jedoch nicht, dass die verschiedenen Farben des weissen Lichtes ihre Wellenschläge unter einander mischen müssen. Denn wenn man auch annimmt, dass die Schwingungen der Netzhaut nur den fünfhundertsten Theil einer Secunde nach ihrer Erregung fortdauern, so werden eine Million Schwingungen auf einer jeden Million Farben in bestimmter Folge in diesem Zeitraume daselbst eintreffen und dieselbe

*) In seiner *Theoria musices* und in den *Conjectures physiques.* Y.

**) *Misc. Taur.* Vol. I. p. 91. *Young's Syllabus. Art.* 294. Y.

Empfindung erregen, als wenn alle Farben genau in demſelben Augenblicke angelangt wären.

ZWEITER SATZ.

Ein Wellenſchlag, welcher von der Schwingung eines einzelnen Theiles zu entſtehen anfängt, muſs ſich in einem gleichartigen Mittel kugelförmig, jedoch mit verſchiedenen Gröſsen der Bewegung ſeiner verſchiedenen Theile ausbreiten.

Weil jeder Schlag, er mag als poſitiv oder negativ betrachtet werden, mit einer unveränderlichen Geſchwindigkeit fortgepflanzt wird, ſo muſs jeder Theil des Wellenſchlages in gleichen Zeiten gleiche Räume von dem ſchwingenden Punkte an beſchreiben. Nimmt man an, der ſchwingende Theil rücke während dieſer Bewegung auf eine kleine Weite nach einer gegebenen Richtung fort, ſo wird die Hauptkraft des Wellenſchlags natürlich in derſelben Richtung vorwärts ſeyn; rückwärts iſt die Bewegung gleich nach entgegengeſetzter Richtung; und unter rechten Winkeln auf der Schwingungslinie wird der Wellenſchlag verſchwinden.

Damit ein ſolcher Wellenſchlag ſeine Bewegung auf eine beträchtliche Entfernung fortſetzen könne, muſs ein jeder Theil deſſelben ein Beſtreben haben, in ſeiner eigenen Bewegung nach einer geraden Linie zu verharren: denn wenn der Ueberſchuſs der Kraft bei irgend einem Theile ſich den nahe liegenden Theilen mittheilte, ſo wäre kein Grund vorhanden, warum er ſich daſelbſt nicht ſehr bald

durchgängig gleich vertheilen oder, mit andern Worten, ganz aufheben sollte, weil Bewegungen nach entgegengesetzten Richtungen sich einander aufheben müssen. Die Entstehung des Schalles von den Schwingungen der Saiten ist offenbar von dieser Art; dahingegen bei einer kreisförmigen Wasserwelle alle Theile in demselben Augenblicke steigen oder sinken. Es würde schwer seyn, mathematisch zu zeigen, auf welche Art diese Ungleichheit der Kraft erhalten wird; es scheint vielmehr unvermeidlich, von Thatsachen auszugehen, und da die Hydrodynamik so unvollkommen ist, dass wir die so einfache Aufgabe, die Zeit zu finden, in welcher ein Gefäss bei einer gegebenen Oeffnung ausgeleert wird, nicht auflösen können; so kann man nicht erwarten, dass wir im Stande sind, von so verwickelten Reihen der Erscheinungen, als die der elastischen Flüssigkeiten sind, vollkommene Rechenschaft zu geben. Huyghens Theorie erklärt jedoch den Umstand auf eine ziemlich überzeugende Art. Er nimmt an, jedes Theilchen des Mittels pflanze einen eigenen Wellenschlag nach allen Richtungen fort; hiervon werde die gemeinschaftliche Wirkung alsdann erst merkbar, wenn ein Theil der Wellenschläge in der Richtung und Zeit zusammentreffen; hieraus erhelle leicht, dass ein solcher allgemeiner Wellenschlag in allen Fällen geradelinigt mit gleichmässiger Kraft fortgehen müsse. Allein aus dieser Voraussetzung scheint zu folgen, dass eine grössere Menge Kräfte

durch die verschiedenen Richtungen der einzelnen Wellenschläge verloren gehen müsse, als es mit der wirklichen Fortpflanzung auf irgend eine beträchtliche Entfernung zu bestehen scheint. Man begreift jedoch leicht, dass eine solche Einschränkung der Bewegung hier statt finden müsse; denn wenn man annimmt, dass die Grösse der Bewegung eines gewissen Theiles, anstatt immer gerade vorwärts zu gehen, auf die Grösse des nachbarlichen Theiles der Welle wirkte, so müsste alsdann ein Bestreben von einem innern nach einen äussern Kreis in einer schiefen Richtung in derselben Zeit, als nach der Richtung des Halbmessers, und also mit einer grössern Geschwindigkeit wirken, welches dem ersten Satze entgegen ist. Bei dem Wasser lässt sich die Geschwindigkeit auf keine Art so genau bestimmen, als bei einem elastischen Mittel. Es ist jedoch nicht nöthig, noch wahrscheinlich, anzunehmen, dass daselbst gar keine, auch nicht die geringste, Seitenmittheilung der Kraft bei einem Wellenschlage Statt finde; nur bei höchst elastischen Mitteln ist diese Mittheilung beinahe unmerklich. Wenn eine Saite gut gespannt ist, wird sie in der Luft genau solche Schwingungen fortpflanzen, als wir beschrieben haben. Sie werden in der That viel weniger wirksam seyn, als wenn sich die Saite in der Nähe eines schallenden Bretes befindet, und wahrscheinlich in dem Maasse, als diese Seitenmittheilung der Bewegungen eine entgegengesetzte Richtung hat. Die verschiedene Spannung der verschie-

denen Theile von einem kreisförmigen Wellenschlage kann man wahrnehmen, wenn man eine gewöhnliche Stimmgabel, während sie tönt, in der Entfernung einer Armlänge in der durch das Ohr gehenden Ebene hält, und sie allmählig aufrichtet, bis sie auf dieser Fläche senkrecht steht.

DRITTER SATZ.

Wird ein Theil eines sphärischen Wellenschlages durch eine Oeffnung in ein ruhendes Mittel geleitet, so wird er in concentrischen Kreisen geradlinigt fortgepflanzt, welche zur Seite von schwachen und unregelmäßsigen Theilen der nunmehr divergirenden Wellenschläge begrenzt sind.

Man kann annehmen, daſs in dem Augenblicke des Durchganges an dem Umfange eines jeden Wellenschlages ein besonderer Wellenschlag erzeugt wird, welcher den Winkel zwischen den Strahlen und der Grenzfläche des Mittels ausfüllt. Dieser kann jedoch durch divergirende Bewegung eines andern Theils des Wellenschlages keinen merklichen Zuwachs an Wirksamkeit erhalten, weil die Uebereinstimmung der Zeit fehlt, wie es schon in Ansehung der verschiedenen Kraft bei dem sphärischen Wellenschlage erklärt worden ist. Zwar, wenn die Oeffnung sehr klein gegen die Breite eines Wellenschlages ist, so wird der zuletzt entstandene Wellenschlag beinahe die ganze Kraft des durchgegangenen Theils hinwegnehmen; und dieses ist der von Newton in seinen *Principiis* betrachtete Fall. Aber es kann mit dem Lichte wegen der Kleinheit der Wellenschläge und wegen Einmischung der Einbeu-

gung kein Versuch gemacht werden. Und doch divergiren wirklich einige schwache Strahlen über alle wahrscheinliche Grenzen der Einbeugung hinaus, und machen den Rand der Oeffnung auf allen Seiten sehr sichtbar; diese schreibt Newton *) irgend einer unbedeutenden Ursache zu, welche von der Einbeugung verschieden sey, welches ganz mit der Erklärung dieses Satzes übereinstimmt.

Die concentrischen Kreise *Fig. 1. Taf.* II. stellen die gleichzeitige Lage gleichartiger Theile von einer Anzahl auf einander folgender Wellenschläge vor, welche sich von dem Punkte A aus verbreiten. Sie stellen also die Lage eines jeden Wellenschlages nach dem andern dar. Man setze, die Kraft eines jeden Wellenschlages werde durch die Breite der Linie ausgedrückt und der Lichtkegel ABC gehe durch die Oeffnung BC, so werden die Hauptwellenschläge in gerader Richtung gegen GH fortgehen, und auf jeder Seite werden sich schwache Strahlen von B und C aus, als ihrem Mittelpuncte, verbreiten, ohne dass sie einen Zuwachs an Kraft von einem Punkte D des Wellenschlages erhalten, wie aus der Ungleichheit der Linien DE und DF erhellet. So bald wir aber eine schwache Seitenverbreitung der äussern Theile des Wellenschlages gelten lassen, so muss sie seine Kraft schwächen, ohne dass dieses zerstreuete Licht einen Zuwachs an Materie erhält, und seine Grenze wird anstatt der geraden Linie BG die Gestalt von CH annehmen,

*) *Optics* l. III. obs. 5.

weil der Verlust an Kraft grösser in der Nähe von C, als in grössern Entfernungen seyn muss. Diese Linie trifft mit der Grenze des Schattens in Newtons erster Beobachtung Fig. 1. überein; und es ist viel leichter, zu glauben, dass eine solche Zerstreuung des Lichts die Ursache der Vergrösserung des Schattens bei dieser Beobachtung war, als wenn man sie der Wirkung einer einbeugenden Atmosphäre zuschreibt, welche um den dreissigsten Theil eines Zolles auf jeder Seite hätte ausgedehnt seyn müssen, um dieses zu bewirken; wenn man besonders überlegt, dass der Schatten nicht durch Einschliessung der Luft mit einem dichtern Mittel, als Luft, eingezogen worden ist, welches höchst wahrscheinlich ihre beugende Atmosphäre geschwächt und zusammengedrückt haben müsste. Bei andern Umständen scheint die Seitenverbreitung die Breite des Lichtstrahls zu vergrössern, statt sie zu verringern.

Da der Gegenstand dieses Satzes allezeit als der schwierigste des wellenförmigen Schwingungs-Systems angesehen worden ist, so will ich hier besonders die Einwürfe untersuchen, welche Newton dagegen vorgebracht hat.

„Mir scheint die Hauptvoraussetzung an sich „unmöglich zu seyn, dass nämlich die Wellen oder „Schwingungen einer Flüssigkeit wie die Lichtstrahlen in gerader Linie fortgepflanzt werden können, „ohne sich in dem ruhenden Mittel, von welchem „sie umgeben sind, fortzusetzen und sehr weit allenthalben kreisförmig auszubreiten. Ich müsste mich

„irren, wenn sowohl Versuch als Beweis nicht das „Gegentheil darthun sollten“ .*).

„*Motus omnis per fluidum propagatus di„vergit a recto tramite in spatia immota.*“

„*Quoniam medium ibi*“ in der Mitte einer durchgegangenen Welle, „*densius est, quam in „spatiis hinc inde, dilatabit sese tam versus spa„tia utrinque sita, quam versus pulsuum rariora „intervalla; eoque pacto — pulsus eadem fere „celeritate sese in medii partes quiescentes hinc „inde relaxare debent; — ideoque spatium to„tum occupabunt — Hoc experimur in sonis* **).

„Sind nicht alle Hypothesen irrig, wo man „annimmt, das Licht bestehe in einem Drucke oder „einer Bewegung, welche durch ein flüssiges Mittel „fortgepflanzt wird?“ — Wenn es im Drucke oder „in einer Bewegung bestände, sie mögen entweder „augenblicklich oder in Zeit vorgehen, so müsste „es in den Schatten herein gebogen werden. Denn „Druck oder Bewegung können in einer Flüssigkeit „nicht in gerader Linie ohne Hindernisse fortgehen, „welche die Bewegung zum Theil hemmen; son„dern sie werden allenthalben neben den Hinder„nissen hindurch sich in dem ruhenden Mittel bie„gen und ausbreiten. Die Wellen auf der Fläche „eines stehenden Wassers, welche an den Seiten „eines breiten Gegenstandes, der sie aufhält, vor„beigehen, biegen sich nachher und breiten sich . . . . „hin-

*) *Philos. Transact.* VII. 5089. *Abr.* I. 146. Nov. 1672. Y.

**) *Princip.* lib. II. prop. 42. Y.

„hinter dem Gegenstande in dem ruhenden Wasser
„nach und nach aus. Die Wellen, Schläge oder
„Schwingungen der Luft, in welchen der Schall be-
„stehet, biegen sich offenbar, obschon nicht so
„stark, als die Wasserwellen. Denn eine Glocke
„oder Kanone kann hinter einem Berge gehört wer-
„den, hinter welchem man den schallenden Körper
„nicht siehet, und der Schall wird eben so leicht
„durch krumme, als gerade Röhren fortgepflanzt.
„Aber von dem Lichte weiss man niemals, dass es
„krummen Wegen folge, noch dass es sich in den
„Schatten beuge. Denn die Fixsterne werden nicht
„mehr gesehen, wenn einer der Planeten sie be-
„deckt; eben so wenig die Theile der Sonne, wenn
„der Mond oder Mercur oder Venus vor ihnen stehn.
„Die Lichtstrahlen, welche sehr nahe bei den Rändern
„eines Körpers vorbeigehen, werden durch Ein-
„wirkung des Körpers ein wenig gebogen; aber
„diese Biegung ist nicht gegen, sondern von dem
„Schatten, und dieses geschiehet blos, wenn der
„Lichtstrahl bei dem Körper, und zwar sehr nahe,
„vorbeigehet. So bald der Strahl bei dem Körper
„vorbei ist, gehet er gerade fort" *).

Der aus den *Principiis* angeführte Satz ist dem meinigen nicht geradezu entgegen; denn er sagt nicht, dass eine solche Bewegung gleichförmig nach allen Richtungen divergiren müsse; auch kann nichts mit Wahrheit behauptet werden, dass die Theile einer elastischen Flüssigkeit, denen eine Bewegung

*) *Optics*, Qu. 28.

mitgetheilt worden, diese Bewegung gleichförmig nach allen Richtungen verbreiten müssen *). Nur dieses kann man daraus schliessen, dass die Seitentheile der Welle etwas schwächer werden und dass daselbst eine schwache Ausbreitung nach jeder Richtung Statt finden müsse; aber ob einer dieser Erfolge hinlänglich groß sey, um bemerkt zu werden, würde nicht durch Schlüsse ausgemacht werden können, wenn dessen Bejahung nicht durch Erfahrung wahrscheinlich gemacht würde.

Aus der Analogie mit andern Flüssigkeiten muss dieser natürliche Schluss folgen: „Die Wellen der Luft, in welchen der Schall bestehet, beugen sich offenbar nicht so stark, als die Wasserwellen," da das Wasser unelastisch und die Luft ein mittelmäßig elastisches Mittel ist: weil aber der Aether höchst elastisch ist, so müssen sich dessen Wellen viel weniger als die der Luft, und daher fast unmerklich beugen. Der Schall wird durch gekrümmte Röhren fortgepflanzt, weil ihre Wände geschickt sind, den Schall zu reflectiren, so wie das Licht durch eine gebogene Röhre fortgepflanzt werden

*) *Phil. Transact. for* 1800. p. 109-112. Y.
Das heisst, des Verfassers Untersuchungen über Schall und Licht, von denen die *Annalen* J. 1806. St. 7 und 8. B. 22. S. 249. 337. eine meisterhafte deutsche Bearbeitung vom Herrn Director Vieth in Dessau enthalten. Der 10te Abschnitt (S. 337.) betraf die Analogie zwischen Schall und Licht, und was ich dort S. 348. *Anm.* von den fernern dahin gehörigen Arbeiten Young's mitzutheilen versprochen habe, findet der Leser hier und in dem nächstfolgenden Stücke.
Gilbert.

würde, wenn sie inwendig vollkommen polirt wäre. Das Licht eines Fixsterns ist viel zu schwach, als dass es bei seiner schwachen Divergenz eine sichtbare Erleuchtung an dem Rande eines Planeten machen könnte, der ihn bedeckt; und die Unterbrechung des Sonnenlichtes von dem Monde gehört eben so wenig hierher, als die Annahme von Inflexion unrichtig ist.

Gegen den von Huyghens für die geradlinigte Fortpflanzung der Wellenschläge angeführten Grund hat Newton keine Einwendung gemacht, weil er vielleicht die Natur der Bewegungen eines elastischen Mittels nicht kannte, da sie von einem besondern Schwingungsgesetze abhängen, welches von neuern Mathematikern verbessert worden ist *). Ueberhaupt kann man diesen Satz mit Sicherheit als gültig annehmen, so wie er auch mit der Analogie und mit der Erfahrung vollkommen bestehet.

VIERTER SATZ.

Wenn ein Wellenschlag bei einer Fläche ankommt, welche die Grenze eines Mittels von verschiedener Dichtigkeit ist, so findet eine theilweise Zurückwerfung Statt, welche mit der Differenz der Dichtigkeiten im Verhältnisse stehet.

Dieses läſst sich aus der Analogie elastischer Körper von verschiedener Gröſse, wo nicht beweisen, doch wenigstens erläutern. Wenn ein kleiner elastischer Körper gegen einen gröſsern stöſst,

*) *Philos. Transact. for* 1800. p. 116. *Y.* Diese *Annalen* B. 22. St. 8. S. 337 f. G.

so ist bekannt, daſs der kleine stärker oder schwächer, nach dem Verhältnisse des Unterschiedes ihrer Gröſsen, zurückgeworfen wird. Auf diese Art findet allezeit eine Reflexion Statt, wenn die Lichtstrahlen aus einer dünnern in eine dichtere Schicht des Aethers gehen; und so entstehet sehr oft ein Echo, wenn der Schall gegen feste Körper schlägt. Wenn ein gröſserer Körper einen kleinern stöſst, so treibt er ihn fort, ohne daſs er seine ganze Bewegung verliert. Eben so theilen die Theile der dichtern Schicht des Aethers nicht ihre ganze Bewegung der dünnern mit; sie werden aber in ihrem Bestreben, sich fortzubewegen, mit gleicher Kraft durch Attraction der brechenden Materie zurückgehalten; und solchergestalt wird allezeit eine Reflexion zum zweiten Mahle hervorgebracht, wenn die Lichtstrahlen aus einer dichtern in eine dünnere Schicht gehen *). Es ist jedoch nicht unumgänglich nothwendig, in dem letztern Falle eine Attraction anzunehmen, weil sich ohne dieselbe das Bewegungsvermögen rückwärts fortpflanzen und der Wellenschlag sich verkehren wird, indem eine Verdünnung auf die Verdichtung folgt. Dieses wird man vielleicht mit den Erscheinungen am besten übereinstimmend finden.

FÜNFTER SATZ.

Wenn ein Wellenschlag durch eine Fläche, welche die Grenze verschiedener Mittel ist, geleitet wird, so gehet er

*) *Philos. Transact. for* 1800. p. 127. und diese *Annal.* B. 22. S. 348 f.

in einer solchen Richtung fort, daſs die Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel ſich in dem beſtändigen Verhältniſſe der Geſchwindigkeit der Fortpflanzung in dieſen beiden Mitteln befinden. (Barrow Lect. Opt. II. p. 4.; Huyghens de la Lum. cap. 3.; Euler Conj. phyſiques; Philoſoph. Transact. for 1800. p. 128. (Annal. B. 22. S. 347 f.); Young's Syllabus Art. 382. Y.

Erſter Zuſatz. Dieſelben Demonſtrationen beweiſen die Gleichheit des Einfalls- und Reflexionswinkels.

Zweiter Zuſatz. Aus den Verſuchen über die Brechung der verdichteten Luft erhellet, daſs ſich das Verhältniſs des Unterſchiedes der Sinus einfach wie die Dichtigkeit ändert. Hieraus folgt, nach Anm. 1. des erſten Satzes, daſs der Ueberſchuſs über die Dichtigkeit des ätheriſchen Mittels ſich wie das Quadrat der Dichtigkeit der Luft verhalte, indem jeder Theil mit den nahe liegenden gemeinſchaftlich ſtrebt, einen gröſsern Theil davon anzuziehen.

SECHSTER SATZ.

Wenn ein Wellenſchlag auf die Fläche eines dünnern Mittels ſo ſchief fällt, daſs er nicht regelmäſsig gebrochen werden kann, ſo wird er ganz unter einem Winkel zurückgeworfen, der dem Einfallswinkel gleich iſt. — (Philoſ. Transact. for 1800. p. 128. Y. u. Annal. B. 22. S. 347.)

Zuſatz. Dieſe Erſcheinung dient, die ſtufenweiſe Zu- und Abnahme der Dichtigkeit an der gemeinſchaftlichen Grenzfläche zweier Mittel zu zeigen, wie in der vierten Hypotheſe angenommen

worden ist, wiewohl Huyghens dieses etwas anders zu erklären gesucht hat.

SIEBENTER SATZ.

Wenn man annimmt, dass gleich weit entfernte Wellenschläge durch ein Mittel gehen, dessen Theile langsamere Schwingungen, als die Wellenschläge sind, aufnehmen können, so wird durch dieses Bestreben zu schwingen ihre Geschwindigkeit etwas, und zwar in demselben Mittel um desto mehr vermindert werden, je häufiger die Wellenschläge sind.

Denn so oft der Zustand eines Wellenschlages eine Veränderung der wirklichen Bewegung eines Theiles, welches ihn fortpflanzt, erfordert, so wird er durch das Bestreben der Theile, ihre Bewegung etwas länger fortzusetzen, verzögert werden, und diese Verzögerung wird desto öfterer und desto grösser seyn, je grösser der Unterschied der Zeiten des Wellenschlages und der natürlichen Schwingung ist.

Zusatz. Es war lange eine angenommene Meinung, dass die Hitze in Schwingungen der Theile der Körper bestehe, und dass sie mit Wellenschlägen durch einen scheinbar leeren Raum zu gehen geschickt sey (*Newt. Opt. Qu.* 18.). Diese Meinung hat man ohnlängst ganz aufgegeben. Der Graf Rumford, Prof. Pictet und Davy sind fast die einzigen, welche sie zu billigen schienen. Sie scheint aber auch ohne hinlängliche Gründe verworfen worden zu seyn, und wird wahrscheinlich wieder sehr bald allgemeiner werden.

Man setze, dass diese Schwingungen nicht so häufig, als die des Lichtes, sind, so werden aller Körper langsamern, fortdauerndern Schwingungen unterworfen seyn, als die des Lichtes sind; und obgleich fast alle der leuchtenden Schwingungen fähig sind, wenn sie sich im Zustande des Glühens oder in Verbindung mit dem Sonnenphosphor befinden, so sind sie doch nicht so leicht und in einem viel geringern Grade beweglich, als die Schwingungen der Hitze. Aus diesen Voraussetzungen folgt, dass die schneller leuchtenden Wellenschläge mehr, als die weniger schnellen, verzögert werden, und dass also das blaue Licht mehr, als das rothe, und eine strahlende Hitze weniger, als alle, brechbar sey. Dieses trifft mit den sehr schätzbaren Versuchen des D. Herschel *) genau überein. Man kann also leicht einsehen, dass die Beschaffenheit, langsamer zu schwingen, die Wellenschläge desto mehr zu verzögern streben werde, je häufiger sie sind, und dass die brechende Kraft fester Körper durch eine Erhöhung der Temperatur merklich wachsen könne, wie aus Eulers Versuchen **) wirklich zu folgen scheint.

Anmerkung. Sollte dieser Satz dessen ungeachtet unzureichend erwiesen scheinen, so muss man wenigstens eingestehen, dass er die Erscheinungen eben so gut erklärt, als auf der andern

*) *Philos. Transact. for* 1800. p. 284. und daraus in diesen *Ann.* B. 7, 10, 1[illegible]. Y.

**) *Mém. de l'Acad. de Berlin* 1762. p. 328. Y.

Seite alles, was sich aus der Lehre von der Wurfbewegung anführen läßt. Den wenn man eine beschleunigende Kraft annimmt, so muſs sie in einem andern Verhältnisse wirken, als nach der Grösse der Theilchen, und wenn wir diese eine Wahlverwandtschaft nennen, so heisst das blos, mittelst eines chemischen Wortes unsere Unfähigkeit verhüllen, die mechanische Ursache aufzufinden. Herrn Short schien, als er durch Beobachtung die Geschwindigkeit des Lichts aller Farben gleich fand, dieses ein so starker Einwand zu seyn, daſs er daraus sogleich einen Schluſs zum Vortheile des wellenförmigen Schwingungssystems zog. Es wird in diesem Satze angenommen, daſs, wenn das Licht durch Brechung zerstreuet wird, sich die Theile der brechenden Materie im Zustande einer wirklichen Bewegung hin und her befinden, und dadurch zu dem Durchgange des Lichtes beitragen. Wir müssen aber gestehen, daſs wir bei dieser Gestalt der Sachen uns keinen bestimmten und genauen Begriff von den Kräften machen können, welche diese Schwingungen der Theile unterhalten.

ACHTER SATZ.

Wenn zwei Wellenschläge verschiedenen Ursprungs, entweder vollkommen oder sehr nahe in der Richtung zusammenkommen, so ist ihr gemeinschaftlicher Effect eine Combination der Bewegungen von beiden.

Weil jeder Theil des Mittels von jedem Wellenschlage gerührt wird, die Richtungen mögen sich vereinigen, wo sie wollen, so können die Wellen-

schläge nicht anders, als durch Vereinigung ihrer Bewegungen fortrücken, so, dafs ihre gemeinschaftliche Bewegung die Summe oder die Differenz der einzelnen Bewegungen wird, so wie ähnliche oder unähnliche Theile des Wellenschlages zusammenfallen.

Ich habe mich bei anderer Gelegenheit weitläufig für die Anwendung dieses Satzes auf die Musik erklärt *), er scheint aber von noch ausgebreiteterm Nutzen bei *Erklärung der Erscheinungen der Farben* zu seyn. Die Wellenschläge, welche wir jetzt mit einander vergleichen wollen, sind solche, welche gleich oft in einerlei Zeit erfolgen. Wenn zwei Reihen derselben genau in einem Zeitpuncte zusammentreffen, so muss offenbar die vereinigte Geschwindigkeit der einzelnen Bewegungen gröfser und in der That wenigstens doppelt so grofs, als die einzelnen Geschwindigkeiten seyn. Sie muss auch am kleinsten seyn, und bei gleicher Stärke der Wellenschläge ganz aufgehoben werden, wenn die Zeit der gröfsten vorwärtsgehenden Bewegung bei einem Wellenschlage, mit der Zeit der gröfsten rückgängigen Bewegung bei dem andern zusammentrifft. Bei mittleren Zuständen wird der vereinigte Wellenschlag die mittlere Stärke haben; nach welchem Gesetze sich aber diese mittlere Stärke richtet, kann, ohne mehr Gegebenes zu haben, nicht bestimmt werden. Man weifs, dafs sich eine ähnliche Ursache bei dem Schalle

*) *Philos. Transact. for* 1800. p. 130. und *Annal.* B. 22. St. 8.

zeigt; ſie bewirkt das, was man einen Tact nennt. Zwei Reihen von Wellenſchlägen von beinahe gleicher Gröſse wirken entweder gemeinſchaftlich, oder heben einander auf, ſo wie ſie mehr oder weniger in der Zeit zuſammentreffen, in welcher ſie ihre gegenſeitigen Bewegungen vollenden.

ERSTER ZUSATZ.

Von den Farben geſtreifter Flächen.

Boyle ſcheint der erſte geweſen zu ſeyn, welcher die Farben der Riſſe auf polirten Flächen bemerkt hat. Newton hat nichts davon angemerkt. Mazeas und Brougham haben einige Verſuche über dieſen Gegenſtand gemacht, ohne jedoch daraus einen genugthuenden Schluſs zu ziehen. Es werden aber alle dieſe verſchiedenen Farben ſehr leicht aus obigem Satze hergeleitet.

Man ſetze, es befinden ſich auf einer gegebenen Fläche zwei reflectirende Puncte ſehr nahe an einander und die Fläche befinde ſich in der Lage, daſs das reflectirte in ihr geſehene Bild eines leuchtenden Gegenſtandes in dieſe Puncte fällt; ſo iſt klar, daſs die Länge des einfallenden und reflectirten Strahls, welche einander berühren, mit Rückſicht auf dieſe beiden Puncte gleich iſt, wenn man annimmt, daſs ſie nach allen Richtungen zu reflectiren geſchickt ſind. Nun werde einer der Puncte unter der gegebenen Fläche heruntergedrückt, ſo wird die ganze Bahn des von ihm reflectirten Lichtes um

eine Linie gröſser ſeyn, welche ſich zur Tiefe dieſes Punctes wie der doppelte Coſinus des Einfallswinkels zum Halbmeſſer verhält. Fig. 2. Tab. II.

Wenn daher gleiche Wellenſchläge von gegebener Gröſse von zwei Puncten reflectirt werden, welche nahe genug liegen, um dem Auge wie ein Punct zu erſcheinen, und dieſe Linie halb ſo groſs als die Breite eines ganzen Wellenſchlages iſt; ſo wird die Reflexion des tiefern Punctes der Reflexion des feſten Punctes ſo entgegenwirken, daſs die gerade Bewegung des einen mit der rückgängigen Bewegung des andern zuſammentrifft und ſich beide aufheben. Iſt aber dieſe Linie der ganzen Breite eines Wellenſchlages gleich, ſo wird der Effect doppelt ſo groſs. Iſt ſie der Breite anderthalbmal gleich, ſo wird der Effect wieder aufgehoben; und ſo ferner für eine beträchtliche Anzahl Abwechſelungen. Wenn die reflectirten Wellenſchläge von verſchiedener Art ſind, ſo werden ſie verſchiedentlich nach ihren Verhältniſſen zu der verſchiedenen Länge einer Linie afficirt, welche der Unterſchied der Längen ihrer beiden Wege iſt, und welche der Retardations-Raum genannt werden kann.

Damit dieſer Effect merkbarer werde, müſſen mehrere Paare Puncte in zwei Parallellinien vereinigt ſeyn, und die Beobachtung wird erleichtert, wenn verſchiedene ſolcher Paare Linien nahe aneinander liegen. Wenn man eine von den Linien um die andere wie um eine Axe herumlaufen läſst, ſo wird ſich die Tiefe unter der gegebenen Fläche wie

der Sinus des Neigungswinkels verhalten, und weil das Auge und der leuchtende Gegenstand unverändert bleiben, so wird sich der Unterschied der Längen der Wege nach diesem Sinus richten.

Die besten Werkzeuge zu Versuchen sind die ganz vorzüglichen Mikrometer Hrn. Coventry's, und zwar diejenigen, deren auf Glas gezogene Parallellinien nur ein Fünfhunderttheil eines Zolls von einander entfernt sind. Eine jede dieser Linien erscheint unter dem Mikroskop wie zwei oder mehrere feine Linien, welche genau parallel sind, und deren Entfernung etwas mehr als den zwanzigsten Theil der Entfernung von der benachbarten Linie beträgt. Ich stellte eine dieser Linien so, dass das Sonnenlicht unter einem Winkel von 45° reflectirt wurde, und befestigte es solchergestalt, dass, indem es sich um eine Linie wie um eine Axe drehete, ich den Neigungswinkel der Bewegung finden konnte. So fand ich, dass das schönste Roth bei den Neigungen von 10¼°, 20¾°, 32° und 45°, deren Sinus sich wie die Zahlen 1, 2, 3 und 4 verhalten, zu bemerken war. Bei allen andern Winkeln, wo das Sonnenlicht von der Fläche reflectirt wurde, verschwand die Farbe mit der Neigung und war gleich bei gleichen Neigungen auf jeder Seite.

Dieser Versuch verschafft der Theorie sehr viel Bestätigung. Es ist unmöglich, denselben aus einer bisher bekannten Hypothese zu erklären, und ich halte es für schwer, eine andere zu finden, aus welcher

er sich ableiten liesse. Es findet sich hier eine überzeugende Aehnlichkeit zwischen dieser Absonderung der Farben und der Erzeugung eines musikalischen Tones durch auf einander folgende Echo's von gleich weit abstehenden eisernen Stäben, welche ich mit der bekannten Geschwindigkeit des Schalles und der Entfernungen der Flächen sehr wohl übereinstimmend gefunden habe.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Farben der Flügeldecken einiger Insecten und einiger andern Naturkörper, welche sich in verschiedener Helligkeit und mit so schönen Abänderungen zeigen, auf diese Erklärung beruhen, und nicht von dünnen Platten herzuleiten sind. Zuweilen wird ein einfacher Riss oder eine Vertiefung durch Zurückwerfung seiner entgegengesetzten Ränder ähnliche Wirkungen hervorbringen.

ZWEITER ZUSATZ.

Von den Farben dünner Platten.

Wenn ein Lichtstrahl auf zwei parallele brechende Flächen fällt, so werden die einzelnen Reflexionen genau in der Richtung übereinkommen, und in diesem Falle verhält sich der Retardationsraum, der für beide Flächen Statt findet, zu ihrer Entfernung, wie der doppelte Cosinus des Brechungswinkels zum Halbmesser. Wenn man Tab. II. Fig. 3. AB und CD auf die Strahlen perpendiculär ziehet, so werden die Zeiten des Durchganges durch BC und AD einander gleich und DE wird die Hälfte des Retardationsraumes seyn. Es ver-

hält sich auch DE zu CE, wie der Sinus von DCE zu dem Halbmesser. Da nun DE beständig seyn, oder einerlei Farbe reflectirt werden kann; so muss die Dicke CE mit der Secante des Brechungswinkels CED ab- oder zunehmen; welches genau mit Newton's Versuchen übereinkömmt; denn die Abweichungen sind ganz unbeträchtlich.

Gesetzt, das Mittel zwischen den Flächen sey dünner, als das umgebende Mittel, so werden die von der zweiten Fläche reflectirten Schläge, da der folgende Wellenschlag mit dem vordern zusammenkommt, die Theile des dünnern Mittels geschickt machen, die ganze Bewegung des dichtern zu verhindern und die Reflexion aufzuheben (4ter Satz); weil sie selbst stärker fortgetrieben werden, als wenn sie in Ruhe geblieben wären; und das durchgelassene Licht wird zugenommen haben. Solchemnach werden die Farben der Reflexion vertilgt und die Farben bei dem Durchgange lebhafter werden, wenn die doppelten Dicken oder die Retardationsräume ein Vielfaches der ganzen Breite der Wellenschläge sind; bey dazwischen liegenden Dicken wird der Erfolg, den Beobachtungen Newton's gemäss, umgekehrt seyn.

Findet man, dass dieselben Verhältnisse in Ansehung dünner Platten in einem dichtern Mittel gelten, wie es mir nicht unwahrscheinlich ist; so wird es nöthig, den verbesserten Beweis des vierten Satzes nur in so weit anzuwenden, dass, wenn eine dünne Platte zwischen einem dünnern und dich-

tern Mittel liegt, man vermuthen kann, die Farben bei der Reflexion und bei dem Durchlaſſen worden ihre Stellen verändern.

Aus Newton's Maaſsen der Dicken, bei welchen die verſchiedenen Farben reflectirt werden, läſst ſich die Breite und Dauer ihrer zugehörigen Wellenſchläge ſehr genau beſtimmen; ob es gleich nicht unwahrſcheinlich iſt, daſs, wenn die Gläſer ſehr nahe aneinander liegen, die ätheriſche Atmoſphäre eine kleine Unregelmäſsigkeit verurſachen werde. Das ganze ſichtbare Bild ſcheint ſich auf das Verhältniſs wie drei zu fünf, oder auf die groſse Sexte in der Muſik einzuſchränken; ſo wie ſich die Wellenſchläge der rothen, gelben und blauen Farbe in Beziehung auf ihre Gröſse wie die Zahlen 8, 7 und 6 zu verhalten ſcheinen, ſo daſs das Interval zwiſchen Roth und Blau ein Viertheil iſt. Die abſolute Geſchwindigkeit iſt, in Zahlen ausgedrückt, zu groſs, um ſie deutlich darzuſtellen; aber beſſer kann man ſich dieſelbe durch Vergleichung mit dem Schalle vorſtellen. Wenn eine Saite, welche das Tenor $\bar{c}$ angiebt, fortgeſetzt bis auf 40 mal halbirt würde und alsdenn vibrirte; ſo würde ſie ein gelb-grünes Licht darbieten: dieſes giebt die Bezeichnung $\overset{41}{c}$; das äuſserſte Roth wird durch $\overset{40}{a}$ und das Blau durch $\overset{41}{d}$ ausgedrückt werden. Die abſolute Länge und Geſchwindigkeit einer jeden Schwingung wird in der folgenden Tafel angegeben, wo vorausgeſetzt wird, daſs das Licht in 8¼ Minuten 500000000000 Fuſs durchlaufe.

Farben.	Länge eines Wellenschlages in Theilen eines Zolls, in Luft.	Anzahl der Wellenschläge in einem Zolle.	Anzahl der Wellenschläge in einer Sekunde.
Die äusserste	0,0000266	37640	463 Billionen
Roth	0,0000256	39180	482
Die mittlere	0,0000246	40720	501
Orange	0,0000240	41610	512
Die mittlere	0,0000235	42510	523
Gelb	0,0000227	44000	542
Die mittlere	0,0000219	45600	561 (= 2^{48} beinahe) *)
Grün	0,0000211	47460	584
Die mittlere	0,0000203	49320	607
Blau	0,0000196	51110	629
Die mittlere	0,0000189	52910	652
Indigo	0,0000185	54070	665
Die mittlere	0,0000181	55240	680
Violet	0,0000174	57490	707
Die äusserste	0,0000167	59750	735

Anmerkung. Ich hatte in Ansehung aller dieser Erscheinungen mir selbst noch nicht Genüge geleistet, als ich in Hooke's *Micrographia* eine Stelle fand, welche mich zeitiger zu einem ähnlichen Schlusse hätte veranlassen können. „Es „ist sehr einleuchtend, dass die Reflexion von „der untern oder entferntern Seite des Körpers „die vornehmste Ursache der Entstehung dieser „Farben ist. — Man lasse einen Strahl schief auf „die dünne Platte fallen, so wird ein Theil von „der Vorderfläche zurückgeworfen, — ein Theil „wird bei der andern Fläche gebrochen, — wo„durch es abermals reflectirt und gebrochen „wird. — Dass also nach zwei Brechungen und „einer Reflexion daselbst eine Art schwacher Strah„len fortgepflanzt wird —" und „wegen der Zeit,

*) Soll wohl 2^{49} heissen, welches nur sehr wenig zu groß ist. *A. d. U.*

„welche während des Vor- und Rückwärtsgehens „aufgewendet wird, — kommt dieser schwache „Schlag hinter den (vorher reflectirten) Schlag; so „dass hierdurch (wenn die Flächen so nahe anein- „ander liegen, dass das Auge eine von der andern „nicht unterscheiden kann) dieser gemischte oder „verdoppelte Schlag, bei welchem der stärkste „Theil vorangehet und der schwächste folgt, auf „der netzförmigen Haut die Empfindung von Gelb „hervorbringt. Wenn diese Flächen weiter von „einander entfernt werden, kann der schwächere „Schlag mit dem Schlage bei der Reflexion von der „zweiten Fläche oder mit dem nächstfolgenden „Schlage von der ersten Fläche zusammentreffen, oder „auch hinter ihm zurückbleiben und mit dem dritten, „vierten, fünften, sechsten, siebenten oder achten „zusammentreffen. Wenn man daher einen dün- „nen durchsichtigen Körper hat, der von der klein- „sten zu Hervorbringung der Farben erforderlichen „Dicke stufenweise bis zur grössten Dicke anwächst, „so müssen die Farben so oft wiederholt werden, „als der schwächere Schlag die Bewegung des an- „fänglichen oder ersten Schlags verläst und mit ei- „nem nachfolgenden Schlage zusammenfällt. So „wie nun dieses mit der ersten Hypothese überein- „stimmt, welche ich von den Farben annahm, „oder aus ihr folgt; so habe ich es auch durch Ver- „suche bei einer grossen Anzahl Fälle gefunden, „welche es zu beweisen scheinen." (p. 65—67.). Dieses wurde ungefähr 7 Jahr vorher gedruckt,

ehe von Newton Versuche angestellt worden sind. Wir werden von Newton unterrichtet, dass Hooke nachher geneigt gewesen sey, seine vorgefasste Meinung von der Natur der Farben anzunehmen; allein dennoch scheint es nicht, dass Hooke seine Erklärung dieser Erscheinungen je auf diese Art verbessert, oder die nothwendige Folge einer Veränderung der Schiefe auf seine erste Voraussetzung untersucht habe; denn sonst hätte er eine überzeugende Uebereinstimmung mit den Maassen entdeckt, welche von Newton durch Versuche angegeben worden sind. Alle vorhergehende Versuche, die Farben dünner Platten zu erklären, sind entweder aus Voraussetzungen entsprungen, welche gleich den Newton'schen uns verführen würden, die grössten Unregelmässigkeiten bei den Richtungen der gebrochenen Strahlen zu erwarten; oder sie fordern, so wie die Michell's, solche Erfolge von der Veränderung des Einfallswinkels, dass sie den beobachteten Erfolgen entgegen sind; oder sie sind gleich mangelhaft in Ansehung beider Umstände und nicht haltbar bei einer ganz uneingenommenen Aufmerksamkeit auf die Haupt-Erscheinungen.

DRITTER ZUSATZ.

Von den Farben der dicken Platten.

Wenn ein Lichtstrahl durch eine brechende Fläche gehet, vorzüglich wenn sie unvollkommen polirt ist, so wird ein Theil desselben unregelmässig zerstreuet und macht die Fläche nach allen Rich-

tungen sichtbar, jedoch am deutlichsten in den Richtungen, welche nicht weit von der des Lichtes selbst entfernt sind. Wird nun eine zurückwerfende Fläche der brechenden Fläche parallel gesetzt, so wird dieses zerstreuete Licht sowohl als der Hauptstrahl reflectirt werden, und hier wird noch eine neue Zerstreuung des Lichts bei der Rückkehr des Strahls durch die brechende Fläche Statt finden. Diese zwei Theile des zerstreueten Lichts werden in der Richtung übereinkommen und, wenn die Flächen so gestaltet sind dass sie die ähnlichen Wirkungen vereinigen, Farbenringe darstellen. Der Retardationsraum ist hier der Unterschied zwischen den Wegen des Hauptstrahls und des zerstreueten Lichts innerhalb der beiden Flächen. Sobald daher die Neigung des zerstreueten Lichts der des Strahles gleich ist, so wird, obgleich bei verschiedenen Flächen, der Retardationsraum verschwinden, und alle Wellenschläge werden übereinstimmen. Bei andern Neigungen ist dieser Raum die Differenz der Secanten von der Secante der Neigung oder des Brechungswinkels des Hauptstrahls. Von diesen Ursachen sind alle Farben der Hohlspiegel, welche Newton und andere bemerkt haben, nothwendige Folgen; und es erhellet hieraus, dass ihre Entstehung der Entstehung der Farben bei dünnen Platten obwohl etwas ähnlich, aber auf keine Weise, wie sich Newton einbildet, gleich sey.

VIERTER ZUSATZ.

Von der schwarzen Farbe.

In den drei vorhergehenden Zusätzen haben wir die brechenden und zurückwerfenden Körper angenommen, als wenn sie von mathematischen Ebenen begrenzt wären; allein dieses ist vielleicht niemals physikalisch wahr. Die ätherischen Atmosphären können auf jeder Seite die Oberfläche in der Breite eines oder mehrerer Wellenschläge erweitern, und wenn sie ebenfalls allenthalben in der Dichtigkeit verschieden angenommen werden, so werden die einzelnen Reflexionen von jeder der unendlichen Anzahl Flächen, bei welchen sich die Dichtigkeit ändert, sich sehr unter einander mischen und einen ansehnlichen Theil des reflectirten Lichts zerstören, so dass die Materie ganz schwarz wird. Dieser Erfolg findet mehr oder weniger Statt, so wie die Dichtigkeit der ätherischen Atmosphäre mehr oder weniger gleichförmig sich ändert, und in einigen Fällen, wo einige Wellenschläge mehr als andere dadurch leiden, kann ein Anstrich von einer Farbe hervorgebracht werden. Diesem gemäss hat Bouguer einen beträchtlichen Verlust des Lichts und in einigen Fällen eine Färbung bei vollkommenen Reflexionen an der Fläche eines dünnen Mittels bemerkt.

FÜNFTER ZUSATZ.

Von den Farben durch Beugung.

Was es auch für eine Ursache der Beugung des durch eine kleine Oeffnung gegangenen Lichtes

geben mag, so muss das näheste Licht an dem Mittelpuncte am wenigsten, und das näheste an den Rändern am meisten abgelenkt werden. Ein anderer Theil des Lichts, welcher sehr schief auf den Rand der Oeffnung fällt, wird häufig nach verschiedenen Richtungen reflectirt werden, wovon einiges entweder vollkommen oder sehr nahe in einerlei Richtung mit dem nicht reflectirten Lichte fallen und sich, weil es sich im Umfange befindet, mit denselben so vermischen wird, dass es einen Farbenschimmer hervorbringt. Die Länge der zwei Bahnen wird desto weniger verschieden seyn, je weniger die Richtung des reflectirten Lichts durch die Reflexion geändert worden ist, welches bei dem Lichte geschiehet, das in der Nähe des Randes durchgehet; dass also in dem Lichte zunächst des Schattens Blau erscheinen wird. Der Effect wird wachsen und verändert werden, wenn das reflectirte Licht innerhalb der Wirkung des entgegengesetzten Randes fällt, wo es sich noch überdiess mit dem einmal gebeugten Lichte vermischt.

Um aber die Folgerungen mehr einzeln beurtheilen zu können, ist es vortheilhaft, anzunehmen, dass die Beugung von einer ätherischen Materie veranlasst werde, deren Dichtigkeit sich nach der gegebenen Entfernung vom Mittelpuncte richtet, wie es in dem achten Satze meiner letzten Baker'schen Vorlesung heisst (*Phil. Transact. for* 1801. p. 83.). Ich habe in Fig. 4. Taf. II. die Zeichnung entworfen,

welche durch zwei Paar krumme Linien die gegenseitige Lage der reflectirten und nicht reflectirten Theile eines jeden Wellenschlages in zwei auf einander folgenden Zeiten zeigt; die auf sie senkrecht gezogenen Schattenlinien zeigen die Theile an, wo sich die Retardationsräume im arithmetischen Verhältnisse befinden und wo sich einerlei Farben in verschiedenen Entfernungen von der beugenden Materie darstellen. Diese Darstellung stimmt mit Newton's Beobachtungen im dritten Buche und mit denen neuerer Schriftsteller sehr wohl überein. Ich betrachte zwar dieses nicht als völlig ausgemacht, so lange nicht mehrere Versuche über die beugende Kraft verschiedener Materien angestellt worden sind; aber dennoch kann des D. Hooke's Erklärung der Beugung aus dem Bestreben des Lichts, sich auszubreiten, keine Ansprüche auf Wahrheit machen. Es thut mir leid, dass ich mich genöthigt sehe, hier den Beifall zu widerrufen, welchen ich bei der ersten Ansicht der angenommenen Voraussetzung des letztern Verfassers zu geben verleitet worden bin *).

*) *Phil. Transact. for* 1800. p. 128. und *Annal.* B. 22. S. 346. G. In einer hier folgenden Anmerkung fügt der Verfasser eine Berechnung der Zeit bei, welche in diesem Falle jeder Strahl auf seinem Wege anwenden soll, indem er sich auf die Wurfbewegung und seinen Syllabus beziehet. Ich übergehe sie, weil sie zu mehrerer Aufhellung oder Bestätigung des Gegenstandes nichts beiträgt. *A. d. U.*

NEUNTER SATZ.

„Strahlendes Licht besteht aus Wellenschlägen des lichtbringenden Aethers.

Dieser Satz ist der Hauptschluss aus allen vorhergehenden, und ich habe zu zeigen gesucht, dass sie vereinigt denselben auf eine so genugthuende Art beweisen, als von der Natur des Gegenstandes erwartet werden kann. Newton hat offenbar zugegeben, dass es wellenartige Schwingungen giebt; er läugnet jedoch, dass sie das Licht ausmachen. Allein es ist in den drei ersten Zusätzen des letzten Satzes gezeigt worden, dass alle Fälle der Zu- oder Abnahme des Lichts einem Wachsthume oder einer Verminderung dieser Wellenschläge zuzuschreiben sind, und dass alle Veränderungen, welchen die Wellenschläge unterworfen seyn können, sich deutlich bei den Erscheinungen des Lichts zeigen. Man kann daher gut logisch schliessen, dass die Wellenschläge Licht sind.

Beantwortung von Einwürfen.

Ein Paar Bemerkungen mögen dienen, einigen Einwürfen zu begegnen, welche man gegen diese Theorie erhoben hat.

1. Newton hat die besondere Brechung des Isländischen Krystalls als einen Beweis angeführt, dass die Lichttheilchen geworfene Körperchen seyn müssen, weil er es sich als wahrscheinlich denkt, dass die verschiedenen Seiten dieser Theile von dem Krystall verschiedentlich angezogen werden, und weil Huyghens sein Unvermögen bekennt, alle

Erscheinungen in dem Doppelspathe auf genugthuende Art zu erklären. Hingegen nimmt Newton, von dessen gewöhnlicher Genauigkeit und Aufrichtigkeit man es nicht hätte erwarten sollen, für diese Refraction ein neues Gesetz an, ohne einen Grund anzugeben, wodurch das Huyghen'sche widerlegt worden wäre, welches Haüy richtiger als das Newton'sche gefunden hat *). Ohne dass Newton versucht, aus seinem eigenen System einige Erklärung der gemeinsten und deutlichsten Wirkungen des Doppelspaths anzugeben, übergeht er die sehr schöne und scharfsinnige Theorie Huyghens **), welche mit den Hauptwirkungen in allen besondern Fällen übereinstimmt und sich hierdurch natürlicher Weise Ansprüche auf Wahrheit erwirbt. Diese Uebereinstimmung übergeht er, um eine Schwierigkeit auszuzeichnen, für welche in seiner eigenen Theorie blos eine Wortauflösung gefunden werden kann und welche nebst andern wahrscheinlich noch lange unerklärt bleiben wird ***).

2. Michell hat einige Vesuche gemacht, aus welchen zu erhellen scheint, dass die Lichtstrahlen

*) Durch die Versuche der Herren Wollaston und Malus (*Annalen N. F.* B. 1. S. 252 u. 277.) ist seitdem bekanntlich die Richtigkeit des Huyghen'schen Gesetzes der ungewöhnlichen Brechung im Doppelspathe ausser allem Zweifel gesetzt worden. *Gilbert.*

**) S. diese *Annal.* B. 1. S. 262. f. *G.*

***) Was diese Schwierigkeit betrifft, so sieht auch Hr. Laplace sie als einen entscheidenden Beweis gegen die Undulationstheorie an; diese *Annal. N. F.* B. 2. S. 448. *G.*

ein wirkliches Moment haben, durch dessen Hülfe eine Bewegung hervorgebracht wird, wenn sie auf eine dünne, sehr leicht bewegliche Kupferplatte fallen *). Allein, wenn man auch der Platte eine vollkommen penpendiculare Lage, und die Abwesenheit einer aufwärts steigenden Luft zugestehet, so wird doch bei einem jeden solchen Versuche eine grössere Menge Hitze sich der Luft an der Fläche mittheilen, auf welche das Licht fällt, als an der entgegengesetzten Fläche, und die grössere Ausdehnung muss nothwendig auf der ersten Fläche einen grössern Druck und ein sehr merkliches Zurückgehen der Platte nach der Richtung des Lichts bewirken. Bennet hat diesen Versuch mit einem empfindlichern Apparate und auch mit Ausschluss der Luft wiederholt, und macht sehr richtig aus dem gänzlichen Fehlschlagen desselben einen Schluss zum Vortheile des wellenförmigen Schwinungssystems des Lichts **). Denn wenn man auch eine kaum denkbare Feinheit den Körpertheilchen des Lichts zuschreibt, so wäre doch zu erwarten, dass die Wirkungen derselben denen der viel weniger schnellen Bewegungen der electrischen Flüssigkeit, welche auch in ihrer schwächsten Beschaffenheit sehr leicht zu bemerken sind, einigermassen entsprechen würden.

*) Priestley's *Optics*. *Y.*
Klügel's Uebersetzung S. 282. *A. d. U.*

**) *Philos. Transact. for* 1792. p. 87. *Y.*

5. Es giebt einige Erscheinungen des Lichts der Sonnenphosphore, welche dem Corpuscular-Systeme auf dem ersten Anblick günstig zu seyn scheinen; dass es zum Beyspiel viele Monate wie verborgen bleibt und durch Wirkung der Hitze wieder ausgesondert wird. Aber bei näherer Betrachtung giebt es hier keine Schwierigkeit, wenn man annimmt, dass die Theilchen dieser Phosphore, welche durch Wirkung des Lichts zum Schwingen gebracht worden sind, in ihrer Bewegung durch die Kälte gehemmt werden, entweder durch Verminderung des Raumes dieser Materie, oder auf andere Art, und dass sie, nachdem der Widerstand entfernt worden, ihre Bewegung fortsetzen, so wie es eine Uhrfeder machen wird, welche eine Zeitlang in einem mittlern Ruhestand ihrer Schwingung festgehalten worden ist. Auch ist es nicht unmöglich, dass die Wärme selbst unter einigen Umständen auf eine ähnliche Art gebunden seyn könne *). Vielleicht dürften die Wirkungen der Wärme uns hierdurch verständlicher werden. Gegenwärtig scheint es sehr wahrscheinlich zu seyn, dass das Licht blos in der öftern Wiederholung seiner Wellenschläge oder Schwingungen von der Wärme verschieden sey. Jene Wellenschläge, welche sich innerhalb gewisser Grenzen in Ansehung der Wiederholung befinden, sind fähig, auf den Gesichtsnerven zu wirken und das Licht darzustellen; diese, welche langsamer und wahrseeinlich stärker sind, machen blos die Wärme aus. Wärme und Licht gelan-

*) *Nicholson's Journal* Vol. II. p. 399. Y.

gen mit doppelten Eigenschaften zu uns; im schwingenden (*vibratory*) oder bleibenden und im wellenschlagenden (*undulatory*) oder vorübergehenden Zustande. Schwingendes Licht ist eine langsame Bewegung brennender Körper oder der Sonnenphosphore, und wellenschlagendes oder strahlendes Licht ist die Bewegung des ätherischen Mittels, welche durch jene Schwingungen entstanden ist. Schwingende Wärme ist eine Bewegung, welcher alle materielle Substanzen unterworfen sind, und welche mehr oder weniger bleibend ist; wellenschlagende Wärme ist die Bewegung desselben ätherischen Mittels, das, wie von King *) und von Pictet **) gezeigt worden, zur Reflexion eben so fähig, als das Licht, und nach Herschel auch einer besondern Refraction fähig ist ***). Dass die Wärme den kalten Körpern viel schneller mitgetheilt wird durch freien Zutritt, als wenn sie strahlend ist oder durch ein ruhendes Mittel geht, hat der Graf Rumford durch schätzbare Versuche gezeigt. Man weiss, dass einige Körper, welche das Licht durchlassen, zum Hindurchlassen der Wärme unfähig seyn können; auf eben die Art, wie gewisse Körper einige Arten des Lichts durchlassen können, indem sie für die andern dunkel sind.

Aus allem diesem erhellet, dass die wenigen optischen Erscheinungen, welche eine Erklärung aus

*) *Morsels of Criticism.* 1786. p. 99. Y.

**) *Essais de Physique* 1790, auch in Saussure's Reise in die Alpen 1786. Y.

***) *Philos. Transact. for* 1800. p. 284. Y.

dem Corpuscular-Syſtem zulaſſen, ebenfalls mit dieſer Theorie übereinſtimmen; daſs viele andere, welche man längſt gekannt, aber niemals verſtanden hat, durch Hülfe der letzteren vollkommen verſtändlich werden; und daſs verſchiedene neue Thatſachen gefunden worden ſind, welche ſich nur auf dieſe Art mit andern Thatſachen in eine vollkommene Uebereinſtimmung bringen laſſen, und auf die einfachen Grundſätze des wellenförmigen Schwingungsſyſtems hinweiſen. Ich hoffe, man werde dieſem zu Folge hinführo das zweite und dritte Buch von Newtons Optik als beſſer und völliger verſtanden anſehn, als das bisher mit dem erſten Buche geſchehen iſt: wenn aber unpartheyiſchen Richtern dieſe hinzugefügten Beweiſe zu Feſtſetzung einer Theorie mangelhaft ſcheinen, ſo wird es ihnen leicht ſeyn, in die Beſchaffenheit der verſchiedenen Verſuche mehr im Einzelnen einzudringen und die unüberwindlichen, aus der Newton'ſchen Lehre flieſsenden Schwierigkeiten an den Tag zu legen, deren Aufzählung hier unangenehm und läſtig ſeyn würde. Die Verdienſte ihres Urhebers in der Naturwiſſenſchaft ſind auſser allem Zweifel und ohne alle Vergleichung groſs; ſeine optiſche Entdeckung von der Zuſammenſetzung des weiſsen Lichts würde allein ſeinen Namen verewigen, und die Schlüſſe ſelbſt, welche auf den Umſturz ſeines Syſtems abzielen, geben den beſten Beweis von der bewundernswürdigen Genauigkeit ſeiner Verſuche.

So gnügend und entſcheidend auch dieſe Gründe zu ſeyn ſcheinen, ſo kann es nicht überflüſſig ſeyn, noch mehr Beſtätigung aufzuſuchen; und dieſe läſst ſich vorzüglich von einem Verſuche erwarten, welcher von dem Profeſſor Robiſon über die Brechung des Lichts ſehr ſcharfſinnig vorgeſchlagen worden iſt, wenn es von den entgegengeſetzten Rändern des Saturnringes zu uns zurückkehrt. Denn nach der Corpuscular-Theorie müſste der Ring ſehr verzerrt erſcheinen, wenn er durch ein achromatiſches Prisma geſehen wird; eine ähnliche Verzerrung müſste auch bei der Scheibe des Jupiter beobachtet werden. Wenn man aber fände, daſs in dem ganzen Lichte, welches von dieſem Planeten reflectirt wird, eine gleiche Ablenkung bewirkt wird, ſo kann ſchwerlich einige Hoffnung übrig bleiben, daſs man die Eigenſchaften des Lichts aus einer Vergleichung mit der Bewegung geworfener Körper werde erklären können.

VI.

Nachricht von einigen Fällen einer bisher noch nicht beschriebenen Entstehung der Farben,

von

Thomas Young, M. D. F. R S.

(Der königl. Societät vorgelesen den 1. July 1802.)

Ueberfetzt vom Prof. Lüdicke. *)

Was man auch für eine Meinung von der Theorie des Lichts und der Farben hegen mag, welche ich neulich der königl. Societät vorzulegen die Ehre hatte**); so muss es ihr einigen Werth verschaffen, dass sie zur Entdeckung eines einfachen und allgemeinen Gesetzes Veranlassung gegeben hat, wodurch man eine Menge Erscheinungen des farbigen Lichts erklären kann, welche ohne dieses Gesetz isolirt und unerklärt geblieben wären. Das Gesetz ist folgendes: „Wo zwei Theile desselben Lichtes bei „dem Auge auf verschiedenen Wegen entweder ge„nau oder sehr nahe nach einerlei Richtung an„kommen, da wird das Licht am dichtesten, wenn

*) Nach einem einzelnen Abzuge der Abhandl., aus den *Philos. Transact. for* 1802, welchen ich dem Hrn. Verf. verdanke. *Gilbert.*

**) Sie enthält der vorstehende Auffatz. *G.*

„die Differenz der Wege ein Vielfaches einer ge-
„wissen Länge ist, und am dünnsten im mittlern Zu-
„stande der zusammenkommenden Theile; und
„diese Länge ist verschieden für Licht von der für
„Farben."

Ich habe schon die Hinlänglichkeit dieses Gesetzes zu Erklärung aller der im zweiten und dritten Buche der Newton'schen Optik beschriebenen sowohl, als einiger andern nicht von Newton erwähnten Erscheinungen im Einzelnen gezeigt. Noch mehr Genugthuung gewährt aber die Uebereinstimmung desselben mit andern Thatsachen, welche von neuen und besondern Classen von Erscheinungen dargeboten werden, und welche schwerlich mit einem ältern Gesetze so gut übereinstimmen würden, wenn dieses Gesetz irrig oder eingebildet wäre. Und diese Erscheinungen sind:

Die Farben von Fäden (fibres) und die Farben ungleich gefüllter Platten, (of mixed plates).

Als ich die Erscheinung der feinen parallelen Lichtlinien beobachtete, welche man auf dem Rande eines Gegenstandes sieht, den man dem Auge so nahe hält, daſs der gröſste Theil des Lichts eines entfernten leuchtenden Gegenstandes abgehalten wird, und welche von den bei der Beugung des Lichts schon bekannten Streifen verursacht werden, bemerkte ich, daſs sie zuweilen mit viel breitern und viel deutlichern Farbenstreifen verbunden waren, und fand bald, daſs diese breitern Streifen

durch die zufällige Dazwischenkunft eines Haares veranlaſst worden waren. Um ſie deutlicher zu machen, gebrauchte ich ein Pferdehaar; aber ſie waren alsdenn nicht mehr ſichtbar. Mit einem wollenen Faden hingegen wurden ſie ſehr breit und ſichtbar, und mit einem einfachen Faden des Seidenwurms nahm ihre Gröſse ſo zu, daſs zwei oder drei von ihnen das ganze Geſichtsfeld einzunehmen ſchienen. Sie zeigten ſich auf jeder Seite des Lichts in derſelben Ordnung ausgebreitet, wie die Farben dünner Platten, die mittelſt des durchgelaſſenen Lichts geſehen werden. Es fiel mir bei, daſs ihre Urſache in der Zuſammenkunft zweier Theile von Licht geſucht werden müſſe, deren einer von dem Faden reflectirt, der andere nach deſſen entgegengeſetzter Seite herumgebogen und zuletzt beinahe in die Richtung des vorigen Theiles gebracht worden; daſs nach dem Maaſse, als beide Theile mehr von der geradlinigten Richtung abweichen, die Differenz der Länge ihrer Bahnen ſtufenweiſe immer gröſser werden und folglich die in ſolchen Fällen gewöhnliche Erſcheinung einer Farbe hervorbringen werde; daſs, wenn man es unter rechten Winkeln gebogen annimmt, die Differenz beinahe dem Durchmeſſer des Fadens gleich kommen, und daſs dieſe Differenz folglich kleiner werden müſſe, ſobald der Faden dünner wird; und daſs, indem die Anzahl der Streifen bei einem rechten Winkel kleiner wird, ihre Winkelentfernungen alſo gröſser und die ganze Erſcheinung ausgebreiteter ſeyn

werde. Es war leicht zu berechnen, daſs für das am wenigſten gebeugte Licht ſich die Differenz der Bahnen (*the difference of the paths*) zu dem Durchmeſſer des Fadens ſehr nahe verhalten werde, wie die Abweichung des Strahls in jedem Puncte von der geradlinigten Richtung zu deſſen Entfernung von dem Faden.

Ich machte daher eine rechteckige Oeffnung in ein Kartenblatt und bog die Enden um, an welche ich ein Haar parallel mit der Seite der Oeffnung befeſtigte; als ich hierauf das Auge nahe an die Oeffnung brachte, erſchien das Haar bei dem undeutlichen Sehen auf einer Fläche erweitert, auf welcher die Breite durch deren Entfernung von dem Haare und der Gröſse der Oeffnung, unabhängig von der jedesmaligen Oeffnung der Pupille beſtimmt wird. Wenn das Haar der Richtung des Randes einer Kerze ſo nahe gebracht wurde, daſs das gebeugte Licht in hinreichender Menge da war, um einen merklichen Effect zu bewirken, ſo fiengen die Streifen an zu erſcheinen, und es war leicht, das Verhältniſs ihrer Breite zur ſcheinbaren Breite des Haares zu ſchätzen, quer über deſſen Bild ſie ſich ausbreiteten. Ich fand, daſs ſechs der hellſten rothen, beinahe gleichweit entfernten Streifen das ganze Bild einnahmen. Die Breite der Oeffnung war $\frac{66}{1000}$ und deren Entfernung vom Haare $\frac{8}{10}$ Zoll; der Durchmeſſer des Haares war kleiner als $\frac{1}{500}$ Zoll; ſo genau als es ſich thun lieſs beſtimmt, $\frac{1}{600}$ Zoll. Hieraus hat man $\frac{11}{1000}$ für die Abweichung des erſten rothen Streifen in der Entfernung von

$\frac{5}{10}$; und da $\frac{8}{10} : \frac{11}{10000} = \frac{1}{600} : \frac{11}{480000}$ ist, $\frac{1}{43636}$ für die Differenz der Wege des rothen Lichts, wo es am dichtesten war. Das aus Newton's Versuchen hergeleitete Maass ist $\frac{1}{39200}$. Ich halte diese Uebereinstimmung, da blos der Fehler ein Neuntheil dieser so kleinen Grösse ist, für vollkommen hinreichend, die Erklärung der Erscheinung vollständig zu bewähren und eine Wiederholung des Versuchs unnöthig zu machen; denn es finden sich hier verschiedene Umstände, welche es erschweren, das viel genauer zu berechnen, was der Erfolg einer Messung hätte seyn sollen.

Wenn eine Anzahl Fäden von einerlei Art, zum Beispiel eines gleichartigen Flockens Wolle, nahe vor das Auge gehalten werden, so sehen wir die Erscheinung von Höfen, welche das entfernte Licht umgeben; aber ihr Glanz und zugleich ihre Entstehung hängt von der Gleichförmigkeit der Dimensionen der Fäden ab; sie sind breiter, so wie die Fäden feiner sind. Es ist leicht einzusehen, dass sie die unmittelbaren Folgen von einer Zusammenkunft mehrerer Streifen von gleicher Grösse sind, welche, weil die Fäden alle denkbare Richtungen haben, den leuchtenden Gegenstand bei gleichen Entfernungen auf allen Seiten nothwendig umgeben und kreisförmige Streifen bilden müssen.

Man kann kaum zweifeln, dass die *farbigen atmosphärischen Höfe* von derselben Art sind. Ihre Erscheinung muss von der Gegenwart einer Menge Wassertheilchen von gleichen Dimensionen ab-

hängen, welche sich in gehöriger Lage in Ansehung des Lichts und des Auges befinden. Da es kein bestimmtes Maass der Grösse der Wasserkügelchen giebt, so können wir vermuthen, dass diese Höfe in ihren Durchmessern sehr veränderlich sind; wie auch Jordan beobachtet hat *), dass ihre Dimensionen ausserordentlich veränderlich sind und dass sie sich häufig während der Beobachtung verändern.

Die *Farben ungleich gefüllter Platten* bemerkte ich zuerst, als ich vor einem Lichte durch zwei Stücken Tafelglas sahe, zwischen welchen ein wenig Feuchtigkeit war. Ich bemerkte eine Erscheinung von Streifen, welche den gewöhnlichen Farben dünner Platten ähnlich waren; und als ich auf die Streifen durch Reflexion sahe, fand ich diese neuen Streifen allezeit in derselben Richtung, als die andern Streifen, aber vielmal breiter. Als ich die Gläser mit einem Vergrösserungsglase untersuchte, bemerkte ich, dass an den Orten, wo man die Streifen sahe, die Feuchtigkeit mit Lufttheilen vermischt war, wodurch sie ein dem Thau ähnliches Ansehen erhielt. Ich vermuthete daher, dass die Farben denselben Ursprung, als die Farben der Höfe hätten; allein ich fand bei genauerer Untersuchung, dass die Ausbreitung der Luft- und Wassertheile gar nicht gleichförmig war, und dass also diese Erklärung nicht Statt finden konnte. Es war jedoch leicht, zwei Theile von Licht zu finden,

O 2

*) *Annalen* J. 1804. St. 9. od. B. 18. S. 97. *G.*

welche zu Hervorbringung dieser Streifen zureichen; denn da das durch das Wasser gegangene Licht sich in demselben mit einer Geschwindigkeit bewegt, welche von der Geschwindigkeit des Lichts verschieden ist, das durch die mit Luft gefüllten Zwischenräume gehet; so werden sich die beiden Theile miteinander vermischen und nach dem allgemeinen Gesetze Effecte von Farben hervorbringen. Das Verhältniss der Geschwindigkeiten in Wasser und Luft ist 3 zu 4; die Streifen müssen daher erscheinen, wenn die Dicke 6 mahl so groſs ist, als die, welche derselben Farbe bei dem bekannten Falle dünner Platten zukommt. Als ich den Versuch mit einem Planglase und einem wenig convexen Glase machte, fand ich wirklich den sechsten dunkeln Kreis von demselben Durchmesser, als den ersten bei den neuen Streifen. Die Farben werden auch sehr leicht hervorgebracht, wenn man Butter oder Talk anstatt Wasser nimmt; die Ringe werden alsdann wegen der mehrern brechenden Dichtigkeit der Fettigkeit kleiner; wenn man aber Wasser hinzuthut, daſs es die Zwischenräume zwischen dem Fette ausfüllt, so werden die Ringe sehr erweitert; denn hier komt blos die Differenz der Geschwindigkeiten im Wasser und Fett in Betrachtung, welche viel kleiner als die Differenz in Luft und Wasser ist. Alle diese Umstände sind hinreichend, uns wegen der Wahrheit der Erklärung zu beruhigen, und sie wird noch mehr bestätigt, wenn man die Platten gegen die Richtung des Lichtes neigt:

denn alsdann werden diese Ringe zusammengezogen, anstatt sich, wie bei den Farben dünner Platten, zu erweitern. Dieses ist die leicht begreifliche Folge einer Vergrösserung der Länge der Bahnen des Lichts, welches nun beide Mittel schief durchschneidet, und ist ganz derselbe Effect, als der bei dickern Platten.

Es ist jedoch zu bemerken, dass die Farben nicht in allem Lichte entstehen, das durch die Mittel gegangen ist; nur ein kleiner Theil eines jeden Strahlenpinsels, welcher durch das den Rand des Theilchens berührende Wasser gehet, ist hinreichend in Verbindung mit dem Lichte, das durch die benachbarten Theile Luft gehet, die nöthige Vermischung hervorzubringen. Auch lässt sich leicht beweisen, dass wegen der natürlichen Hohlung der Fläche eines jeden Theils der Flüssigkeit, welche den beiden Glasstücken anhängt, ein beträchtlicher Theil von dem Lichte, indem es anfängt hindurch zu gehen, durch Reflexion bei dessen Eintritt werde seitwärts verbreitet und viel von dem durch die Luft gehenden Lichte durch Brechung bei der zweiten Fläche werde zerstreuet werden. Aus dieser Ursache sieht man die Streifen, wenn sich die Platten nicht gerade zwischen dem Auge und dem leuchtenden Gegenstande befinden, und man siehet sie eben wegen Abwesenheit des abgesonderten Lichts viel deutlicher, als wenn sie mit diesem Gegenstande in gerader Linie liegen. Wenn man die Platten aus dieser Linie sehr weit entfernt, so sind

die Ringe noch sichtbar und werden gröfser, als vorher: denn hier ist der wirkliche Weg des Lichts, welches durch die Luft gehet, länger, als der Weg des durch das Wasser schiefer gehenden Lichts, und die Differenz der Zeiten des Durchgangs ist kleiner. Jedoch kann man unmöglich in Ansehung der Ursachen dieser kleinen Abweichungen ganz sicher seyn, ohne sich etwas genau von der Gestalt der zerstreuenden Flächen versichert zu haben.

Bei Anwendung des allgemeinen Gesetzes der Vermischung auf diese Farben sowohl, als auf die schon bekannten von dünnen Platten, muss man bekennen, dass es unmöglich ist, eine andere Voraussetzung zu geben, als welche einen Theil der wellenförmigen Schwingungs-Theorie ausmacht, dass nämlich die Geschwindigkeit des Lichts desto gröfser ist, je dünner das Mittel ist: und dass noch eine zweite Bedingung zur Erklärung der Farben dünner Platten hinzukommt, welche einen andern Theil derselben Theorie in sich fasst, nämlich dass, wo ein Theil des Lichts an der Fläche eines dünnern Mittels reflectirt worden ist, man es um die Hälfte des eigentlichen Zwischenraums langsamer annehmen muss; zum Beispiel bei dem schwarzen Central-Flecke einer Seifenblase, wo die wirklichen Längen der Wege sehr nahe übereintreffen, wo aber der Erfolg derselbe ist, als wenn einer von den Theilen so verzögert worden wäre, dass er den andern zerstört. Erwägt man diese Umstände, so kann man voraussagen, dass,

wenn zwei Reflexionen von einerlei Art an den Flächen einer dünnen Platte vor sich gehen, deren Dichtigkeit die mittlere zwischen den Dichtigkeiten der enthaltenen Mittel ist, der Erfolg der entgegengesetzte seyn, und der Central-Fleck, anstatt schwarz, weiss erscheinen werde. Ich habe jetzt das Vergnügen, diese Vorhersagung völlig bestätigt zu haben, indem ich einen Tropfen Sassafrasöhl zwischen ein Prisma von Flintglas und einer Linse von Kronglas brachte; der durch reflectirtes Licht gesehene Central-Fleck war weiss und von einem dunkeln Ringe umgeben. Man muss jedoch einige Kraft anwenden, um eine hinlänglich genaue Berührung zu bewirken; auch weicht der weisse Fleck eben so viel von dem vollkommenen Weiss ab, als der dunkle Fleck gewöhnlich von dem vollkommenen Schwarz verschieden ist.

Die Farben der ungleich gefüllten Platten haben mich auf einen Gedanken gebracht, welcher auf eine *Erklärung der Farbenzerstreuung bei der Refraction* zu führen scheint, die einfacher und genugthuender ist, als welche in meiner letzten Baker'schen Vorlesung empfohlen wird. Wir können annehmen, dass jedes brechende Mittel die lichtgebenden Wellenschläge in zwei besondern Theilen hindurchläst, wovon der eine durch seine Grenztheilchen, der andere durch seine Zwischenräume geht, und dass diese Theile nach jeder nach und nach erfolgten Trennung sich im-

merfort wieder vereinigen, wobei der eine dem andern um einen sehr kleinen, aber beständigen Raum vorangegangen ist, welcher von der regelmäſsigen Anordnung der Theile eines gleichartigen Mittels abhängt. Wären nun diese Theile allezeit gleich, so würde jeder bei ihrer Vereinigung entstandene Durchschnittspunct sich allezeit in der Mitte zwischen den Oertern des zugehörigen Durchschnittspunctes der abgesonderten Theile befinden; setzt man aber, der vorausgehende Theil sey kleiner, so wird der letzt vereinigte Wellenschlag weniger vorgerückt seyn, als wenn beide gleich gewesen wären, und die Differenz ihres Ortes wird nicht blos von der Differenz der Längen der beiden Wege, welche für alle Wellenschläge beständig ist, sondern auch von dem Gesetze und der Gröſse dieser Wellenschläge abhängen. So werden die gröſsern Wellenschläge nach jeder Wiedervereinigung etwas weiter vorrücken, als einer der kleinern, und da dieselbe Verrichtung bei jedem Theile des Mittels wiederholt wird, so wird der ganze Fortgang der gröſsern Wellenschläge geschwinder, als bei den kleinern, und zu Folge der Verzögerung der Bewegung des Lichts in einem dichtern Mittel, die Abweichung gröſser bei den kleinern, als bei den gröſsern Wellenschlägen seyn. Wenn ich das Gesetz der musikalischen Linie für die Bewegung der Theile annehme, so läſst sich ohne Schwierigkeit diese Vermuthung mit der Erfahrung vergleichen: aber um meine Schlüsse mit Sicherheit zu machen, muſs ich mich

mit sehr genauen Maassen der brechenden und zerstreuenden Kräfte verschiedener Materien für alle Arten Strahlen versehen.

Des Dr. Wollaston's sehr schätzbare Bemerkungen leisten bei dieser Untersuchung vielen Beistand, wenn man sie mit der Trennung der Farben durch dünne Platten vergleicht. Ich habe seine Versuche mit dem Farbenbilde mit sehr gutem Erfolge wiederholt und einige Versuche gemacht, mir vergleichende Maasse von dünnen Platten zu verschaffen, und habe gefunden, dass, wie Newton schon bemerkt, das blaue und violette Licht durch Brechung mehr, als nach Verhältniss der zugehörigen Dimensionen zerstreuet wird, die man aus den Erscheinungen bei dünnen Platten herleitet. Daher geschiehet es, dass, wenn eine Lichtlinie, welche ein Bild von Farbenringen dünner Platten bildet, mit einem Prisma aufgefangen wird, und ein vollkommnes Bild darstellt, das der von Newton nach der Theorie gezeichneten Skale, um die Farben der Theile von gegebenen Dimensionen zu schätzen, ähnlich ist, die schiefen Bilder, welche von den verschiedenen Farben jeder Reihe dargestellt werden, nicht gerade, sondern gekrümmt sind, indem die Seitenrefraction des Prisma das violette Ende mehr ausbreitet, als das rothe. Die Dicken, welche dem äussersten Roth, der gelben Linie, dem schönen Grün, dem schönen Blau und dem äussersten Violet zukommen, fand ich im umgekehrten Verhältnisse mit den Zahlen 27, 30, 35, 40 und 45. Vergleicht

men des Dr. Wollaston's Verbesserung der Zeichnung des prismatischen Farbenbildes, mit diesen Beobachtungen, so wird es nöthig, die Voraussetzung, welche ich in der letzten Baker'schen Vorlesung in Rücksicht auf die Verhältnisse der mitleidenden Fibern der Netzhaut gemacht habe, dahin zu verbessern, dass Roth, Grün und Violet statt Roth, Gelb und Blau, und die Zahlen 7, 6 und 5 statt 8, 7 und 6 gesetzt werden.

Dieselbe Analyse der prismatischen Farben dünner Platten scheint eine hinreichende Erklärung der Zertheilung des Lichts am untern Theile einer Kerze darzubieten; denn es wird in der That das Licht, das durch einen jeden Theil der dünnen Platte gehet, auf eine ähnliche Art in abgesonderte Theile getheilt, deren Anzahl mit der Dicke der Platte wächst, bis sie zu klein werden, um sichtbar zu seyn. Bei der Dicke, welche dem neunten oder zehnten Theile des rothen Lichtes zugehört, giebt es fünf Theile verschiedener Farben, deren Verhältnisse, bei ihrer Refraction, beinahe dieselben wie bei dem Kerzenlichte sind, wo Violet am breitsten ist. Wir haben nur anzunehmen, dass jeder Talgtheil bei dem ersten Zerfliessen desselben solche Dimensionen habe, um denselben Erfolg, wie bei dünnen Platten die Luft in diesem Puncte, wo die Dicke $\frac{1}{10000}$ eines Zolls beträgt, zu bewirken, und um das durch angefangene Verbrennung um dem Dachte entstandene gemischte Licht zu reflectiren oder vielleicht lieber hindurchzulassen, und wir ha-

ben ein Licht, welches vollkommen dem gleich ist, welches Dr. Wollaston beobachtet hat. Es erscheint auch daselbst eine feine Linie eines starken gelben Lichtes, das sich von der ganzen Erscheinung unterscheidet, welches vorzüglich von der meistentheils oberflächlichen Verbrennung am Rande der Flamme entspringt und sich vermehrt, so wie die Flamme aufsteigt. Aehnliche Umstände möchten sich ohne Zweifel bei andern Fällen der Entstehung oder Abänderung des Lichts finden lassen, und es dürften die Versuche über diesen Gegenstand gröfstentheils zu Bestätigung der Newton'schen Meinung dienen, dafs die Farben aller natürlichen Körper bei ihrer Entstehung denen der dünnen Platten ähnlich sind; eine Meinung, welche der Scharfsinnigkeit ihres Urhebers zur gröfsten Ehre gereicht und uns einen ansehnlichen Schritt weiter führt zur Kenntnifs der innern Beschaffenheit und Einrichtung feiner Materien.

Vor kurzem habe ich Gelegenheit gehabt, meine vorigen Bemerkungen über die *zerstreuenden Kräfte des Auges* zu bestätigen. Ich finde nämlich, dafs die Strahlen des äufsersten Roth und äufsersten Violet in den ihnen zugehörigen Entfernungen von 10 und 15 Zoll auf gleiche Art gebrochen werden, indem die Differenz durch eine Brennweite von 30 Zoll ausgedrückt wird. Nun ist der Zwischenraum zwischen Roth und Gelb ungefähr ein Viertheil des ganzen Farbenbildes, folglich drückt die Brennweite von 120 Zoll eine Kraft aus, welche der Zer-

ſtreuung des Rothen und Gelben gleich iſt, und welche von 132, das bei der ſchon beſchriebenen Beobachtung herauskam, nur wenig abweicht. Ich weiſs nicht, ob dieſe Verſuche genauer als einer der vorhergehenden ſind; ich habe ſie aber zu verſchiedenen Zeiten und unter verſchiedenen Umſtänden wiederholt, und zweifle daher nicht, daſs die Zerſtreuung des farbigen Lichts in dem menſchlichen Auge beinahe die angegebene ſey. Ob ſie vielleicht nicht etwas gröſser ſeyn dürfte, kann ich jetzt zu erweiſen nicht unternehmen *).

*) Dem tiefſinnigen Vortrage des Profeſſors Young mangelt es nicht ſelten an Klarheit, hin und wieder auch an der Präciſion des Ausdrucks, welche man an mathematiſchen Naturforſchern gewohnt iſt; die mehrſten Dunkelheiten, auf die der Leſer geſtoſsen ſeyn dürfte, ſind dem Originale eigen. Deſſen ungeachtet ſchienen mir dieſe Arbeiten für den, der über die Natur und die Geſetze der Farben nachdenkt, intereſſant genug zu ſeyn, um in den Annalen der Phyſik eine Stelle zu verdienen, zu einer Zeit, da dieſer Gegenſtand von mehrern Seiten her aufs neue in Anregung gebracht wird. Noch zwei mit dem gegenwärtigen genau zuſammenhängende Aufſätze folgen im nächſten Stücke. — Herrn von Göthe (*Zur Farbenlehre*, Tübingen 1810.) ſind Young's Verſuch einer Theorie des Lichts und der Farben nach dem Schwingungs-Syſteme, und die Aufſätze, welche ſich daran ſchlieſsen, unbekannt geblieben, ſo intereſſant ſie ihm auch durch ihren Anti-Newtonianiſchen Sinn geweſen ſeyn würden. Hätte er die *Annalen der Phyſik*, die ſchon bis zu dem 30ſten Bande angewachſen waren, einer Anſicht gewürdigt, als er Materialien zur Geſchichte eines phyſikaliſchen Gegenſtandes (der Farbenlehre) zuſammentrug, ſo würde er in ihnen (B. 22.) die frühern Unterſuchungen Young's über Schall und Licht, an welche ſich die gegenwärtigen anſchlieſsen, auch (B. 18.) mehreres von Jordan's merkwürdigen Verſuchen über Licht und Farben gefunden haben. *Gilbert.*

VII.

Versuch zur Ausmittelung eines allgemeinen Gesetzes für die Ausdehnung des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nach Gilpin's Versuchen;

von

J. A. Eytelwein,

Geh. Ob. B. R., Mitgl. d. Ak. d. W., u. Prof. an d. Univ. zu Berlin.

1. Ist das Gesetz unbekannt, nach welchem irgend eine Zahlenreihe fortschreitet, so scheint mir unter den Mitteln, durch welche man für eine solche Zahlenreihe zu einem allgemeinen Ausdruck gelangen kann, das folgende Verfahren in allen den Fällen den Vorzug zu verdienen, wo die Zahlenreihe durch fortgesetztes Aufsuchen ihrer höhern Differenzen, zuletzt beinahe gleiche Werthe für die letzten Differenzen giebt. So sind z. B. bei den Gilpin'schen Versuchen (Neues Journal der Physik v. Gren. 2. Bd. S. 374 u. 375.) die zweiten Differenzen beinahe einander gleich. Man erhält alsdann einen mit den Versuchen um so genauer übereinstimmenden allgemeinen Ausdruck, je mehr sich diese letzten Differenzen der Gleichheit nähern; auch findet man in denjenigen Fällen, wo die zweiten Differenzen beinahe einander gleich sind, eine Gleichung, in wel-

cher die unbekannte Grölse bis zur zweiten Potenz steigt; sind die dritten Differenzen beinahe einander gleich, so steigt die unbekannte Gröfse bis zur dritten Potenz, u. s. w.

In der folgenden Auseinandersetzung wird man nur von den Voraussetzungen ausgehen, dafs die zweiten oder dritten Differenzen beinahe einander gleich sind; es wird aber eben so leicht seyn, die Untersuchung auf höhere Differenzen auszudehnen.

2. Von einer arithmetischen Reihe der *dritten* Ordnung sey die (algebraische) Summe $= S$; die (algebraische) Summe ihrer ersten Differenzen $= S'$; der zweiten $= S''$ und der dritten $= S'''$. Ist alsdenn n die Anzahl der Glieder der Reihe, u das erste, u_2 das zweite, ---- u_n das nte Glied, so erhält man (Euler Differ. Rechn. 1. T., 2. K., §. 57.)

$$S = nu + (n-1)\Delta u + \frac{n-1 . n-2}{2}\Delta^2 u + \frac{n-1 . n-2 . n-3}{2 . 3}\Delta^3 u$$

Auf gleiche Art ist

$$S' = (n-1)\Delta u + \frac{n-1 . n-2}{2}\Delta^2 u + \frac{n-1 . n-2 . n-3}{2 . 3}\Delta^3 u$$

$$S'' = (n-2)\Delta^2 u + \frac{n-2 . n-3}{2}\Delta^3 u$$

$$S''' = (n-3)\Delta^3 u$$

Verbindet man diese vier Gleichungen mit einander, so erhält man nach gehöriger Entwickelung

$$u = \frac{12S - 6nS' + n.n-1.S''}{12n}$$

$$\Delta u = \frac{12S' - 6(n-1)S'' + n-1.n-2.S'''}{12(n-1)}$$

$$\Delta^2 u = \frac{2S'' - (n-2)S'''}{2(n-2)}$$

$$\Delta^3 u = \frac{S'''}{n-3}$$

Auch ist ganz allgemein das nte Glied der Reihe oder

$$u_n = u + (n-1)\Delta u + \frac{n-1.n-2}{2}\Delta^2 u + \frac{n-1.n-2.n-3}{2.3}\Delta^3 u$$

3. Für eine Reihe der *zweiten* Ordnung ist $\Delta^3 u = 0$ und $S''' = 0$ also

$$u = \frac{12S - 6nS' + n.n-1.S''}{12n}$$

$$\Delta u = \frac{12S' - 6(n-1)S''}{12(n-1)}$$

$$\Delta^2 u = \frac{S''}{n-2} \text{ und}$$

$$u_n = u + (n-1)\Delta u + \frac{n-1.n-2}{2}\Delta^2 u$$

4. Damit man nicht nöthig habe, die Summen S', S'', S''' durch unmittelbare Addition zu suchen, welches wegen der vorkommenden negativen Differenzen beschwerlich werden kann, ist es vorzuziehen, diese Summen auf einem andern Wege zu finden. Es ist

$$u_2 = u + \Delta u$$
$$u_3 = u_2 + \Delta u_2 = u + \Delta u + \Delta u_2$$
$$u_4 = u_3 + \Delta u_3 = u + \Delta u + \Delta u_2 + \Delta u_3$$
$$\text{— — — — — — — —}$$
$$u_n = u + \Delta u + \Delta u_2 + \cdots + \Delta u_{n-1} = u + S' \text{ daher}$$

$S' = u_n - u$, und eben so
$S'' = \Delta u_{n-1} - \Delta u$
$S''' = \Delta^2 u_{n-2} - \Delta^2 u$; oder
$S' = u_n - u$
$S'' = u_n - u_{n-1} - (u_2 - u)$
$S''' = u_n - 2u_{n-1} + u_{n-2} - (u_3 - 2u_2 + u)$

so daſs aus den ersten und letzten Gliedern der Reihe die Summen der auf einander folgenden Differenzen leicht gefunden werden können.

5. Wäre daher eine Reihe Zahlen A, B, C, D, ---- L, M, N gegeben, deren Anzahl n ist, und man fände, daſs die *dritten* Differenzen derselben beinahe einander gleich sind, so läſst sich statt der Zahl N ein allgemeiner Ausdruck u_n angeben, welcher eine Function vom Index n ist, und man erhält, mittelst dieses Ausdrucks, jedes einzelne Glied der Reihe, wenn in u_n statt n die Stellenzahl des gesuchten Glieds gesetzt wird. Die so berechneten Glieder stimmen alsdenn mit den gegebenen desto genauer überein, je weniger die dritten Differenzen von einander abweichen. Das Verfahren zur Auffindung des allgemeinen Ausdrucks u_n ist folgendes: zuerst bestimme man durch unmittelbare Addition der ganzen Zahlenreihe die Summe S; alsdenn

$S' = N - A$
$S'' = N - M - B + A$
$S''' = N - 2M + L - C + 2B - A$

und mit Hülfe dieser Zahlen

$$\alpha = \frac{12S - 6nS' + n.n-1.S''}{12n}$$

$$\beta = \frac{12S' - 6(n-1)S'' + n-1.n-2.S'''}{12(n-1)}$$

$$\gamma = \frac{2S'' - (n-2)S'''}{2(n-2)}$$ und

$$\delta = \frac{S'''}{n-3},$$ so findet man das nte Glied oder

$$u_n = \alpha + \beta(n-1) + \tfrac{1}{2}\gamma(n-1)(n-2) + \tfrac{1}{6}\delta(n-1)(n-2)(n-3)$$

6. Sind die *zweiten* Differenzen der gegebenen Zahlenreihe A, B, C..... L, M, N beinahe einander gleich, so bestimme man ausser der Summe S

$$S' = N - A$$
$$S'' = N - M - B + A$$

$$\alpha = \frac{12S - 6nS' + n.n-1.S''}{12n}$$

$$\beta = \frac{12S' - 6(n-1)S''}{12(n-1)}$$

$$\gamma = \frac{S''}{n-2},$$ und hieraus jedes nte Glied oder

$$u_n = \alpha + \beta(n-1) + \tfrac{1}{2}\gamma(n-1)(n-2)$$

Anwendung auf die Gilpinschen Versuche.

7. In der nachstehenden Tafel sind die Gilpinschen Versuche dergestalt aufgeführt, dass die erste Vertikalspalte die Nummer der Versuche, die zweite die Temperaturen nach dem Fahrenheitschen Thermometer, von der grössten Dichtigkeit des Wassers bis zu 80 Grad, die dritte die beobachteten eigenthümlichen Gewichte, die vierte die berechneten eigenthüml. Gewichte, und die letzte den Unterschied zwischen der Beobachtung und Rechnung enthält.

Werden von den Zahlen der dritten Spalte die zweiten Differenzen geſucht, ſo findet man, daſs ſolche beinahe gleich groſs ſind, weshalb die Rechnung zur Auffindung eines allgemeinen Ausdrucks für die Glieder der dritten Vertikalſpalte nach §. 6. auszuführen iſt. Ohne jetzt ſchon die Temperatur in Rechnung zu bringen, ſetze man lediglich die erſte Spalte der Tafel mit der dritten in Verbindung, ſo iſt hier

$A = 1{,}00094$; $B = 1{,}00093$; $M = 0{,}99774$; $N = 0{,}99759$ und $n = 41$.

Durch die Addition ſämmtlicher Zahlen der erſten Spalte erhält man

$S = 40{,}98912$. Ferner
$S' = 0{,}99759 - 1.00094 = -0{,}00335$
$S'' = -0{,}00014$; daher
$\alpha = \quad 1{,}000\,942\,967$
$\beta = -0{,}000\,013\,75$
$\gamma = -0{,}000\,003\,58974$
und man findet hiernach

$$u_n = 1{,}0009429 - 0{,}0000\,1375(n-1) + 0{,}0000017949\,(n-1)(n-2)$$

Werden in dieſen allgemeinen Ausdruck nach und nach ſtatt n die Zahlen 1, 2, 3, - - - der erſten Vertikalſpalte der folgenden Tafel geſetzt und die zugehörigen Werthe für u_n berechnet, ſo erhält man die Zahlen der vierten Vertikalſpalte, von deren ſchönen Uebereinſtimmung mit den aus Beobachtungen gefundenen Zahlen man ſich durch die in der letzten Spalte beigefügten Unterſchiede überzeugen kann.

TAFEL,

welche die Gilpin'schen Beobachtungen über das eigenthümliche Gewicht des Wassers bei verschiedenen Temperaturen, nebst den gefundenen Rechnungsresultaten enthält.

Versuche.	Temperatur. Grade Fahrenh.	Eigenthümliches Gewicht		Unterschied
		beobachtet	berechnet	
1	40	1,00094	1,000943	— 0,00000
2	41	1,00093	1,000929	+ 0.00000
3	42	1,00092	1,000912	+ 0,00001
4	43	1,00090	1,000891	+ 0,00001
5	44	1,00088	1,000866	+ 0,00001
6	45	1,00086	1,000838	+ 0,00002
7	46	1,00083	1,000807	+ 0,00002
8	47	1,00080	1,000771	+ 0,00003
9	48	1,00076	1,000732	+ 0,00003
10	49	1,00072	1,000690	+ 0,00003
11	50	1,00068	1,000644	+ 0,00004
12	51	1,00063	1,000594	+ 0,00004
13	52	1,00057	1,000541	+ 0,00003
14	53	1,00051	1,000484	+ 0,00003
15	54	1,00045	1,000424	+ 0,00003
16	55	1,00038	1,000360	+ 0,00002
17	56	1,00031	1,000292	+ 0,00002
18	57	1,00024	1,000221	+ 0,00002
19	58	1,00016	1,000146	+ 0,00001
20	59	1,00008	1,000068	+ 0,00001
21	60	1,00000	0,999986	+ 0,00001
22	61	0,99991	0,999900	+ 0,00001
23	62	0,99981	0,999811	— 0,00000
24	63	0,99971	0,999719	— 0,00001
25	64	0,99961	0,999622	— 0,00001
26	65	0,99950	0,999522	— 0,00002
27	66	0,99939	0,999419	— 0,00003
28	67	0,99928	0,999312	— 0,00003
29	68	0,99917	0,999201	— 0,00003
30	69	0,99906	0,999087	— 0,00003
31	70	0,99894	0,998969	— 0,00003
32	71	0,99882	0,998847	— 0,00003
33	72	0,99869	0,998722	— 0,00003
34	73	0,99856	0,998594	— 0,00003
35	74	0,99843	0,998462	— 0,00002
36	75	0,99830	0,998326	— 0,00003
37	76	0,99816	0,998186	— 0,00003
38	77	0,99802	0,998043	— 0,00002
39	78	0,99788	0,997897	— 0,00002
40	79	0,99774	0,997747	— 0,00001
41	80	0,99759	0,997592	— 0,00000

8. Verlangt man, daſs in der allgemeinen Gleichung nicht aus der Stellenzahl in der erſten Vertikalſpalte der vorſtehenden Tafel, ſondern aus der gegebenen Anzahl Grade nach dem Fahrenheitſchen Thermometer, das dazu gehörige eigenthümliche Gewicht des Waſſers gefunden werden ſoll, ſo ſetze man, daſs μ Grade des Fahrenheitſchen Thermometers, einer Stellenzahl n entſprechen, ſo iſt hier allgemein $\mu = n + 39$ alſo $n = \mu - 39$. Wird dieſer Werth in die vorſtehende Gleichung ſtatt n geſetzt, ſo erhält man

$$u_n = 1{,}0009429 - 0{,}00001375(\mu - 40) - 0{,}0000017949 (\mu - 40)(\mu - 41)$$

wo u_n das eigenthümliche Gewicht des Waſſers bezeichnet, welches einer Temperatur von μ Grad des Fahrenheitſchen Thermometers entſpricht.

9. Wollte man aus den gegebenen Graden des Reaumürſchen Queckſilberthermometers das zugehörige eigenthümliche Gewicht des Waſſers finden, ſo iſt, wenn m die Anzahl Reaumürſcher Grade bezeichnet, welche mit μ Fahrenheitſchen Graden übereinkommen, $\mu = \frac{9}{4}m + 32$, daher

$$u_n = 1{,}0009429 - 0{,}00001375(\tfrac{9}{4}m - 8) - 0{,}0000017949 (\tfrac{9}{4}m - 8)(\tfrac{9}{4}m - 9)$$

oder wenn man die angedeutete Multiplication verrichtet

$$u_n = 1{,}0009234 + 0{,}0000377\,16m - 0{,}0000090\,8653m^2$$

wo hier u_n das eigenthümliche Gewicht des Waſſers bezeichnet, welches einer Temperatur von m Grad des Reaumürſchen Thermometers entſpricht.

10. Nach den Gilpinschen Versuchen ist bei einem Thermometerstand von 60 Grad Fahrenheit das eigenthümliche Gewicht des Wassers = 1 gesetzt worden. Bei der Willkühr dieser Annahmen, welche leicht zu Verwirrung Veranlassung geben, ist es besser, das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers = 1 zu setzen. Nach den scharfsinnigen Ausmittelungen des Herrn Professor Tralles entsprechen dieser Normaltemperatur für das Wasser 39,83 Grad Fahrenheit oder 3,48 Grad Reaumür, wofür man $3\frac{1}{2}$ Grad annehmen kann. Für diese Temperatur erhält man, wenn in der Formel §. 9. die Zahl $3\frac{1}{2}$ statt m gesetzt wird, das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers = 1,000441. Setzt man nun, dafs g das eigenthümliche Gewicht des Wassers unter der Bedingung bezeichne, dafs solches = 1 werde, wenn die Temperatur dem dichtesten Wasser entspricht, so verwandelt sich un (§. 9.) in g, wenn die Coeffizienten der Gleichung durch 1,000441 dividirt werden, und man erhält alsdann

$$g = 0{,}9999793 + 0{,}00003768\,m - 0{,}0000090779\,m^2$$

so dafs man mitelst dieses allgemeinen Ausdrucks, wenn statt m die Zahl der Grade des Reaumürschen Quecksilberthermometers gesetzt werden, das entsprechende eigenthümliche Gewicht g des Wassers unter der Voraussetzung findet, dafs das eigenthümliche Gewicht des dichtesten Wassers = 1 sey.

Bei dem Gebrauch dieses Ausdrucks darf aber nicht vergessen werden, dafs sich die Gilpin'schen

Versuche nicht weiter als bis auf 80 Grad Fahrenheit erstrecken, dass also m nur innerhalb $3\frac{1}{2}$ bis 22 Grad Reaumur angenommen werden darf.

11. Die Versuche des Herrn Prof. Schmidt zu Giessen über die Dichtigkeit des Wassers, obgleich deren nur 15 sind (Gren's Neues Journal der Physik. 1. Bd. S. 218.), stimmen nicht so gut mit einem darauf gegründeten allgemeinen Ausdruck, weil bei ihnen Unterschiede vorkommen, welche Zehntausendtheile der Einheit betragen. Dagegen erstrecken sie sich weiter als die Gilpinschen Versuche, weil sie von 5 bis 75 Grad Reaumur gehen. Ohne mich bei den einzelnen Angaben zur Ausmittelung des allgemeinen Ausdrucks aufzuhalten, weil dieser nach der vorstehenden Auseinandersetzung leicht gefunden werden kann, will ich nur bemerken, dass wenn für das dichteste Wasser das eigenthümliche Gewicht = 1 gesetzt wird, man nach den angeführten Schmidtschen Versuchen erhält

$$g = 0{,}9999707 + 0{,}00003369\,m - 0{,}000007235\,m^2$$

VIII.

Auszüge aus einigen Briefen an den Professor Gilbert.

1) Aus mehreren Schreiben des Prof. Soldner zu München *).

— — Wenn ich Ihnen meine Ansicht der *Theorie des Lichts*, mit der ich noch immer zurückgehalten habe, hier mitzutheilen mich veranlaſst sehe, so muſs ich mich gleich im Voraus gegen die Meinung verwahren, als wolle ich eine neue Hypothese über die Natur des Lichts aufstellen. Sie wissen, welches Heer von Meinungen, und mithin welche Dunkelheit hier herrscht. Mir scheint die Sache aber sehr einfach, und die vermeintliche Dunkelheit blos durch unsern unseligen Misbrauch der Speculation entstanden zu seyn, durch den wir uns immer verleitet finden, die Dinge viel tiefer zu

*) Diese Briefe sind zwar schon vor länger als vier Jahren in Berlin geschrieben und damals für die Leser der *Annalen* bestimmt worden, ein Zufall hat mich aber, diese Gedanken ihnen mitzutheilen, verhindert. Young's Theorie des Lichts und der Farben ist noch um mehrere Jahre älter, daher ich hoffe, in dem Zusammenhange, in welchen ich die Briefe des Hrn. Prof. Soldner hier stelle, auch bei dieser späten Bekanntmachung dem Zwecke derselben noch zu genügen. *Gilbert.*

suchen, als sie eigentlich liegen, oder als wir zu suchen im Stande sind. Die Sache ist, nach meiner Ansicht, kurz diese:

„Wir wissen, dass, wenn man einem festen Körper eine gewisse Temperatur giebt, er flüssig wird; erhöht man diese Temperatur bis zu einem bestimmten Grade, so löst sich die Flüssigkeit in Dampf auf, oder der Körper wird Luft. (Ich nehme hier Luft als das Allgemeine, wovon Dampf, Gas u. s. w. Arten sind.) Erhöht man nun die Temperatur noch mehr, und wieder bis zu einem gewissen Grade, so entsteht ein Phänomen, welches man mit dem Ausdrucke bezeichnet, der Körper brennt. Wie aber wenn man hier blos die Sprache änderte und sagte: der Körper wird Licht?"

Wenigstens leitet den Physiker die Erfahrung nur bis hierher, und weiter muss er nie gehen wollen. Es kann also eben so wenig von einem besondern Lichtstoffe die Rede seyn, als man von Dampf-Stoff und Flüssigkeits-Stoff spricht; jeder Körper ist Lichtstoff. Hier einige erläuternde Bemerkungen hierüber.

Bekannte Haupt-Eigenschaften des Lichts sind; eine ausserordentliche Flüchtigkeit, so dass es durch viele (wenigstens) feste Körper hindurch geht, wie z. B. durch Glas; und dass es seine Temperatur behält und andern Körpern, wenn es auf sie trifft, Wärme mittheilen kann, ohne selbst zu verlieren, wodurch es das wirksamste Wärme erregende Mittel wird. — Die chemischen Eigenschaften des

Lichts sind noch wenig bekannt; es läſst sich aber vermuthen, daſs es in dieser Hinsicht eben so sehr verschieden seyn wird, als die Gasarten, aus denen es entstanden ist. Vielleicht kann man künftig die Lichtarten eben so classificiren, wie die Gasarten. Eine der am meisten auffallenden Eigenschaften des Lichts ist seine Farbe, und man weiſs, daſs diese sehr verschieden ist; einige Körper brennen weiſs, andere roth, grün, blau u. s. f.; hieraus läſst sich schon auch auf chemische Verschiedenheit schlieſsen.

Die Temperaturen, bei welchen verschiedene Körper fest, flüſsig u. s. w. werden, sind sehr verschieden. Einige Körper sind in der gewöhnlichen Temperatur unserer Atmosphäre fest, andere flüssig, andere luftförmig, und andere lichtförmig, wie z. B. Phosphor, faules Holz, ein gewisser Theil des Johanniswürmchens u. a. m. Auch die Zwischenräume dieser Epochen sind sehr verschieden. So liegen z. B. Gefrierpunct und Siedepunct beim Weingeiste viel weiter auseinander, als beim Wasser; beim Schwefel scheinen dagegen Gefrierpunct und Entzündungspunct sehr nahe zu liegen. Man hat hierin noch kein besondres Gesetz bemerkt, es fehlt aber auch noch sehr an Versuchen. Durch Vermischung kann man diese Epochen ändern. Einige Körper schmelzen leichter, wenn man sie mit andern vermischt, und eben so kann man gewisse Gasarten leichter zur Entzündung bringen, wenn

man andere hinzuthut. Es entstehen dadurch eigentlich neue Körper.

Beim Uebergange eines Körpers von Flüssigkeit in Dampf bringen Kälte und Druck Wirkungen einer Art hervor, (das Gesetz davon ist die Formel, welche die Expansivkraft der Dämpfe ausdrückt,) und dieses scheint auch beim Uebergange von Dampf auf Licht der Fall zu seyn. In der Torricellischen Leere leuchtet schon bei einer geringen Reibung atmosphärische Luft, deren Entzündungspunct, unter dem Drucke der Atmosphäre, wahrscheinlich sehr hoch liegt *). Hierbei wird man sich erinnern, was Lavoisier in seinen *Elemens de Chimie* über das Nordlicht äussert.

Ich will diese Analogien hier nicht weiter fortsetzen, sie fallen einem jeden von selbst bei. Uebrigens sind sie sehr interessant und können nützliche Versuche veranlassen.

Eine besondere Erscheinung in der Theorie des Lichts ist das Glühen, oder das Leuchten eines Körpers in seinem festen oder flüssigen Zustande. Sind es blos einige der Bestandtheile des Körpers, welche flüchtigerer Natur sind und durch Verdunstung sich von ihm losmachen? Oder geht in dieser Temperatur die den Körper umgebende atmosphärische Luft eine chemische Verbindung mit ihm ein,

*) Man weiss, dass ein vollkommen ausgekochtes Barometer nicht leuchtet; bei einem solchen ist in der Torricellischen Leere blos Quecksilberdampf, dessen Entzündungspunct viel höher liegt, als der der gemeinen Luft. G.

und bildet so ein Gas, welches leuchtet? Oder ist es, ohne chemische Verbindung, blos die atmosphärische Luft, welche leuchtet? Da einige der verschiedenartigsten Körper, wie es scheint, so ziemlich bei einerlei Temperatur anfangen zu glühen, so hat wohl auf jeden Fall die den Körper umgebende atmosphärische Luft grossen Antheil daran. Es wäre sehr zu wünschen, dass hierüber genaue Versuche angestellt würden.

Diess sind die Grundzüge meiner Ansicht der Natur des Lichts. Sie sehen, dass hier keine Hypothesen zu Grunde liegen, die man auch niemals nöthig hat, wenn man nicht über die Erfahrung hinausgeht. Gegenwärtiges ist übrigens ein Bruchstück von meiner Ansicht der Physik überhaupt, wovon ich jetzt nicht Zeit habe das Ganze auszuführen. Der Hauptzweck geht, wie Sie sehen, darauf hinaus, der Speculation ihre gehörigen Schranken anzuweisen und das wahre Speculiren in der Physik immer innerhalb der Erfahrung zu halten. Dass auf diese Art die sogenannten Stoffe wegfallen müssen, versteht sich von selbst; denn sie gründen sich nicht auf Erfahrung, sondern auf Fiction; sind Producte unserer Phantasie, die immer sich bestrebt, der Erfahrung vorzueilen, oder sie gar zu verdrängen. Sie werden leicht gewahr werden, dass, so einfach die Sache ist, doch die dabei zu Grunde liegenden Ideen, wenn sie einmal in Gang gebracht sind, eine merkliche Veränderung in unserer Physik hervorbringen müssen;

und da alles nur von Erfahrung ausgeht und das Uebrige blos zum Zweck hat, die Erfahrungen gehörig zu ordnen und zu verbinden, so kann diese Veränderung keine andern als wohlthätige Folgen haben, und muſs die Wiſſenſchaft nothwendig auf einen ſolidern Fuſs bringen. Es iſt auch nicht zu vergeſſen, daſs hierdurch ein weites Feld zu neuen Verſuchen eröffnet wird. Aber ich bin der Meinung, daſs man anfangs behutſam ſeyn müſſe, und daſs es der guten Sache ſchaden könnte, wenn man gleich von Reformation, Revolution u. ſ. w. ſprechen wollte; die Sache kann ihren Gang gehen ohne die gehäſſigen Namen."

Was ſagen Sie nun zu der Sache? Daſs ſie an ſich wahr iſt, iſt wohl keinem Zweifel unterworfen; denn ſie iſt ja längſt bekannt, wir ſehen ſie alle Tage, und können kein Licht anzünden, ohne uns davon zu überzeugen. Man muſs ſie alſo, denke ich, auf jeden Fall zugeben. Aber die Frage iſt nur, ob ſich der Phyſiker damit begnügen müſſe? Mir ſcheint dieſes auch auſser allem Zweifel zu ſeyn, denn ich ſehe nicht, wie wir weiter gehen könnten, ohne die Erfahrung aus den Augen zu verlieren. Wer wird z. B. im Ernſte die Fragen aufwerfen: Was iſt Hellheit? Wie iſt Licht ſichtbar? Chemiker könnten vielleicht die Bedenklichkeit äuſsern, ob bloſse Temperaturerhöhung hinreichend wäre, ein Gas zu entzünden, und ob nicht etwas anders noch hinzukommen müſſe. Aber, was iſt dieſes Etwas? Doch auch Materie, doch

auch eine Gasart! Nun ist es freilich eine bekannte Sache und auch schon oben angeführt worden, daſs man durch Vermischung verschiedener Gasarten eine erhalten kann, deren Entzündungspunct ein anderer ist; auch kann durch die Mischung eine starke Temperaturerhöhung entstanden seyn; aber immer wird die Entzündung nur bei einer gewissen Temperatur vor sich gehen. Dieser Einwurf kann also gar nicht Statt finden.

Daſs Körper erst zu Dampf werden, ehe sie brennen, wissen wir alle. Das Neue meiner Ansicht besteht nun blos darin, daſs ich sage: dieses ist die Theorie des Lichts, weiter kann die Erfahrung nie führen, und wir müssen also auch in der Speculation nicht weiter gehn wollen. Diese Ansicht wird indeſs nicht unbestritten bleiben. Es giebt Physiker, deren Existenz, als solche, nur auf Phantomen beruht; diesen kann man es natürlich nicht verdenken, wenn sie sich die Stoffe nicht wollen nehmen lassen. Auch können sie unmöglich den Satz billigen, daſs das Speculiren über Gegenstände der Physik die Grenzen der Erfahrung nie überschreiten müsse. Auch bei andern, sehr respectabeln Männern kann die Sache Schwierigkeiten finden, weil man sich mit der Zeit an einen gewissen Ideengang und an gewisse Ansichten so gewöhnt, daſs es schwer wird, davon abzugehen.

Noch bemerke ich zum Schlusse, daſs sich vielleicht das Maximum, welches in der Expansivkraft der Dämpfe nach Dalton's Versuche Statt finden

muſs, ſo erklären läſst: ſie werden bei einer gewiſſen Temperatur zu Licht und entweichen, als ſolches, aus dem Glaſe. Wenn man daher einen Verſuch über dieſs Maximum anſtellt, ſo wäre zu wünſchen, daſs man, um mit Dalton übereinſtimmende Reſultate zu erhalten, ein gläſernes Gefäſs dazu nähme. Vielleicht geht aber Licht durch andere Körper auch; man hat darüber noch keine Erfahrungen.

— — Es iſt traurig, daſs wir in Deutſchland ſo wenig wahre Experimental-Phyſiker haben. Die mehrſten ſpüren nur nach galvaniſch-electriſchen Wundern, begnügen ſich mit Erſcheinungen der Natur und laſſen die Geſetze ganz aus der Acht, die doch der Geiſt der Sache ſind. Daher kömmt es denn, daſs wir bei aller Thätigkeit unſerer Phyſiker doch genöthigt ſind, faſt alles brauchbare vom Auslande zu beziehn. Ein Beleg zu dieſer Behauptung ſind vorzüglich Ihre Annalen. Man mag für unſere Schulen im Gegenſatze mit den franzöſiſchen ſagen was man will, ſo läſst ſich das Reſultat nicht läugnen, daſs unſere Jugend eine ſchiefe Richtung bekömmt. Die künftigen Phyſiker z. B. lernen bei uns Griechiſch, um die Meinungen des Ariſtoteles in der Urſprache zu leſen, anſtatt daſs ſie Mathematik ſtudiren ſollten, um dem eigenthümlichen praktiſchen Geiſte eines Newton folgen zu können!

— — Ich bin jetzt mit einer Abhandlung aus der Integral-Rechnung sehr beschäftigt, und mit einer äusserst mühsamen Berechnung von Tabellen für das Integral $\int \frac{dx}{\log. x}$, mit dem sich diese Abhandlung beschäftigt *). Dass man dieses Integral bisher durchaus nicht zu bestimmen wusste, ist Ihnen bekannt. Ich betrachte es nun als eine neue transcendente Function, die, nachdem sie in Tabellen gebracht ist, im Calcul als bekannt angenommen werden kann, und daher dann für das Integriren gerade das ist, was Logarithmen und Kreisbogen sind. Zu diesem Zwecke ist es nothwendig, der Function einen eignen Namen und ein Zeichen zu geben. Ich habe sie *Logarithmus integralis* genannt, und bezeichne sie so $\int \frac{dx}{lx} = Li. x$, so wie man auch $\int \frac{dx}{x} = lx$ genannt hat. Doch bin ich mit diesem Namen und Zeichen noch nicht ganz zufrieden. Um Ihnen von dieser Function, deren Natur bisher so räthselhaft war, eine Idee zu geben, will ich blos bemerken, dass sie für $x = 0$ null ist (oder doch seyn kann, denn das hängt von den willkührlichen Constanten ab). Für alle Werthe von x, von 0 bis 1, ist sie negativ, und für $x = 1$ ist sie $= -\infty$. Von da nimmt sie wieder ab und wird zwischen 1,4 und 1,5 null, und dann positiv. Hier sind zur Probe einige solche Zahlen aus meiner Tabelle.

*) Diese Abhandlung ist seitdem im Druck erschienen. *G.*

Li. 0,1 = − 0,0323898 ; Li. ½ = − 0,3786711
Li. 0,99 = − 4,0329087 ; Li. 2 = + 1,0451638
Li. 10 = + 6,1655995.

Ich bin mit der Tabelle schon ziemlich weit; von 0 bis 1, welche Partie in der Praxis die wichtigste ist, habe ich sie für alle $\frac{1}{100}$ berechnet.

Die Hauptschwierigkeit lag bisher darin, dass man in dem bekannten Ausdruck

$$\text{Li}\,x = \text{l}\,\text{l}x + \text{l}x + \frac{(\text{l}x)^2}{1.2^2} + \frac{(\text{l}x)^3}{1.2.3^2} + \ldots + C \; ^{*})$$

weder die Constante C bestimmen, noch $x < 1$ setzen konnte. Diess habe ich aber alles weggeschafft und, was sehr merkwürdig ist, C ist, unter der Voraussetzung Li. 0 = 0, eine längst sehr bekannte Zahl, nämlich C = 0,577215.... **). Sie werden hieraus schliessen, dass die Theorie dieser neuen Function interessant seyn muss; sie erfordert eine etwas eigenthümliche Behandlung, daher das Dunkel, welches bisher auf ihr lag. Unter den eigentlich praktischen Problemen, deren Auflösung nun durch diese Function möglich wird, ist ein sehr wichtiges, von dem ich Sie vielleicht in der Folge unterhalte. — —

---

2) Aus einem Schreiben des Hrn. Pistor, Geh. Ob. Post-R. in Berlin.

Ihr Auszug aus den Untersuchungen des Herrn Prof. Tralles über die specifischen Gewichte der

*) S. *Euleri Calc. integr.* T. I. *artic.* 219 et 228. *L.*
**) *Eul. Inst. Calc. different. artic.* 143. *L.*

Mischungen aus Alkohol und Wasser, mit Tafeln für den Gebrauch und die Verfertigung der Alkoholometer, im achten Stücke des jetzigen Jahrgangs der Annalen (N. F. B. 8. S. 349 f.) veranlaſst mich zu folgender Bemerkung. Es würde von wenig Besonnenheit zeigen, wenn ich in dem, was Hr. Prof. Tralles hier über die Anfertigung der Alkoholometer sagt, seine tiefen Einsichten in das Wesen der Sache verkennen wollte; auch unterschreibe ich alles unbedingt, bis auf einen einzigen Punct, „daſs nämlich die gläsernen Alkoholometer den Vorzug vor den messingenen verdienen sollen.“ Die Schwierigkeit, bei den gläsernen eine richtige Theilung zu erhalten, ist für den Künstler so groſs, daſs ich sie fast für unüberwindlich halten möchte; wenigstens werden Alkoholometer aus dieser Materie immer sehr viel kostbarer seyn, als messingene. Ich habe hier für die Regierung messingene Alkoholometer in ziemlich grosen Dimensionen verfertigen müssen, und diese stimmen unter sich bis auf geringe Theile eines Grades überein, indeſs die besten gläsernen Alkoholometer von Renard in den mittlern Gegenden oft um 3 bis 4 Grade differiren. Die meinigen gehn von 0 Procent bis 86 Procent nach Tralles, und sind genau nach der vom Prof. Tralles angegebenen Vorschrift verfertigt. Der Notiz wegen führe ich hier noch an, daſs sie gegenwärtig im *Technischen Bureau*, Poststraſse No. 6, für 4 Thlr. das Stück verkauft und,

weil unsere Besteurung des eingehenden Branntweins nach ihnen berechnet ist, jederzeit daselbst vorräthig gehalten werden. Aehnliche, wie die von Atkin's mit specifischem Gewicht und der Tralles-schen Skale, können Sie auch bei mir für 10 Thlr. das Stück erhalten; die wenigen, welche ich bis jetzt verfertiget habe, sind inzwischen nur auf Bestellung gemacht worden.

---

3) Aus einem Schreiben des Herrn Siedefactors Bischof in Dürrenberg.

Ich habe schon mehrere Zusätze zu meinen Untersuchungen über die Salzsoolen, welche Sie in Ihre Annalen J. 1810. St. 7. (B. 35. St. 3.) aufgenommen haben, gesammelt. Unter ihnen werden Sie auch eine Formel zur allgemeinen Darstellung des Gesetzes der Condensation der Soolen finden, welche Sie vermissen. In dem bevorstehenden Winter denke ich mich mit einigen Merkwürdigkeiten bei dem Gefrieren unserer Soole zu beschäftigen, welche einer genaueren Untersuchung werth zu seyn scheinen.

IX.

Eine künstliche Steinmasse, nach Herrn Curaudau.

Zwei Theile gebrannter Thon zu einem Pulver gestoſsen, 1 Theil Schwefelsäure und hinlänglich viel Waſser geben, wenn man sie blos miteinander vermischt, eine Auflösung von schwefelsaurem Thone. Befördert man aber ihre Einwirkung auf einander [wie, sagt Hr. Curaudau nicht], so erhitzen sie sich manchmal so stark, daſs sie zu glühen scheinen, und hat man es mit Mengungen von 25 bis 30 Zentnern zu thun, so dauert diese schöne Erscheinung über eine Stunde.

Hierbei ist besonders folgender Umstand merkwürdig. Fehlt es der Maſse, wenn die Reaction jener Körper auf einander am gröſsten ist, an Waſser, so nimmt die Maſse, welche flüſsig ist, in einem Augenblicke einen hohen Grad von Festigkeit an, wobei die Hitze an Intensität zunimmt, und fast die ganze Materie (die ein sehr auflösliches Salz zu geben bestimmt schien) in einen Zustand von Unauflöslichkeit tritt. Ein Beweis, wie innig hierbei Waſser und Säure die Erde durchdringen, da nun die Maſse *steinartig* wird.

Da bei völliger Unauflöslichkeit diese künstliche Steinmasse mir ohne Gebrauch seyn würde, so vermeide ich es, dass sie unauflöslich werde. Im übrigen nimmt sie aber doch alle äussere Kennzeichen der festesten Steine an, obgleich mehr als die Hälfte ihres Gewichts an Wasser in ihre Zusammensetzung mit eingeht.

In einer Wärme, die grösser ist, als die des kochenden Wassers, erweicht diese künstliche Steinmasse, und liesse sich daher vielleicht mit Vortheil als ein Verbindungsmittel, oder zu Abdrücken und Abgüssen, oder zum Formen von Vasen u. d. m. gebrauchen; doch dürfte man Körper, die aus ihr gebildet wären, der Feuchtigkeit nicht aussetzen.

Bei der Aehnlichkeit dieser künstlichen Steinmasse mit dem Gestein der Solfatara, bedarf es vielleicht nicht mehr der Hypothese eines unterirdischen Brandes, um die Ausbrüche der Vulkane zu erklären. Denn sollte nicht der blosse augenblickliche Uebergang des Wassers in den festen Zustand sich als die Ursache derselben denken lassen? so wie die innere Wärme der Erde in grossen Tiefen, vielleicht auch die im vegetabilischen und thierischen Organismus sich entwickelnde Wärme, von einem allmähligen Uebergang des Wassers in den festen Zustand herrührt.

Taf. I.

Das k Horchrohr.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 3.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig. 2.

Fig. 6.

Fig. 4.

Taf. II.

Fig. 1.

A

B D C

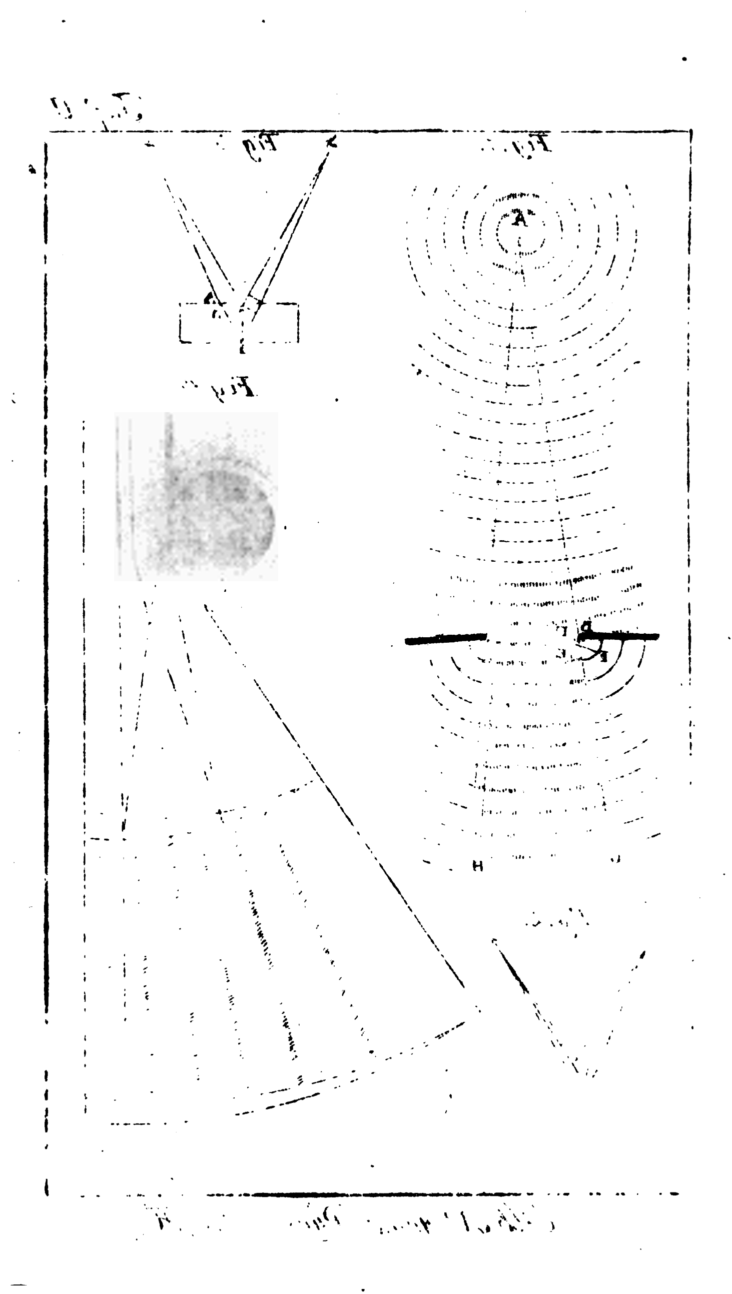
F E

G H

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, EILFTES STÜCK.

I.

Vergleichende Versuche über die electrische Kraft der Cylinder-Maschinen und der Scheiben-Maschinen; und ein Mittel, ihr Ladungs-Vermögen electrischer Batterieen zu vervierfachen;

von

J. Cuthbertson und G. J. Singer.

Frei bearbeitet von Gilbert *).

Erst seitdem die Cylinder-Maschine durch Nairne ihre jetzige Vollkommenheit erlangt, Nicholson über die Electricitäts-Erregung in ihr seine Versuche angestellt, und Cuthbertson die berühmten Harlemer Apparate gebaut hat, sehn sich die Physiker im Besitze der nöthigen Mittel, Vergleichungen über die Kraft dieser Maschinen mit Genauigkeit auszuführen. Eine Menge feiner Umstände haben auf diese Untersuchung Einfluss.

*) *Nicholson's Journ. of nat. philos.* 1811. *Gilbert.*

Der Feuchtigkeits-Zuſtand der Luft und ſehr geringe Verſchiedenheiten in der Einrichtung des Apparats können in den Wirkungen groſse Variationen hervorbringen. Bei den folgenden Verſuchen ſind wir bemüht geweſen, alle Umſtände einander ſo ähnlich als möglich zu machen, um wirklich unterrichtende Reſultate zu erhalten.

Wir haben uns bei dieſer Vergleichung eines Cylinders von 14 engl. Zollen Durchmeſſer mit Rolle, Rad und Schnur, welche die Geſchwindigkeit, mit der die Handhabe gedreht wurde, vervierfachten, und einer Scheibe von 24 engl. Zollen Durchmeſſer bedient, die mit einer Kurbel, wie gewöhnlich, gedreht wurde. Ein und derſelbe Mann hatte beide Maſchinen erbaut, und bei den Verſuchen richtete er ſie ein, und drehte ſie; beide Maſchinen wirkten daher möglichſt vortheilhaft und übereinſtimmend. Nur die mittlern Reſultate aus mehrern wiederholten Verſuchen wurden aufgeſchrieben.

Aus den frühern Verſuchen des Hrn. Cuthbertſon iſt bekannt, daſs es kein beſſeres Mittel giebt, die electriſche Kraft zu ſchätzen, als das Laden einer und derſelben belegten Glasfläche, ſofern man die Ladung durch ſein Electrometer und durch die Längen von Draht von gegebner Dicke, welche beim Entladen geſchmolzen wird, miſst *). Doch haben wir bei unſern Verſuchen die andern bekannten Mittel, die relativen Mengen der in Wirk-

*) S. dieſe *Annalen*. *Gilbert.*

ſamkeit geſetzten Electricitäten zu meſſen, nicht vernachläſſigt.

Anfangs machte uns die Ungleichheit im Erfolge, welche aus Verſchiedenheiten in der Anordnung der Conductoren, bei ſtarken Ladungen, entſpringt, viel Schwierigkeit. Sie läſst ſich bei der jetzigen Geſtalt der Apparate nicht vermeiden; durch Veränderung in der Gröſse und Lage der Endkugeln und in der Ladung gelangten wir indeſs doch endlich dahin, ſo ziemlich gleichförmige Reſultate zu erhalten.

Das mittlere Reſultat aus hundert vergleichenden Verſuchen war, daſs dieſe beiden Apparate eine ganz gleiche Kraft im Hervorbringen electriſcher Ladung beſaſsen. Die folgenden Verſuche laſſen darüber gar keinen Zweifel.

Eine Batterie von 15 Flaſchen, die ungefähr 17 Quadratfuſs Belegung hatte, wurde mit dem Cuthbertſon'ſchen Electrometer in Verbindung geſetzt, dieſes mit 15 Grains beladen, und der Entladungsſchlag durch 4 Fuſs Eiſendraht von $\frac{1}{160}$ Zoll Dicke hindurch geleitet. Als das Rad der Cylindermaſchine 130 Umdrehungen gemacht hatte, erfolgte die Entladung; der Draht glühte und ſchmolz zu Kügelchen. — Die Scheiben-Maſchine brachte ganz dieſelbe Wirkung bei der 138ſten Umdrehung hervor. — Als beide Maſchinen zugleich gedreht wurden, erfolgte dieſe Wirkung bei der 65ſten Umdrehung.

Schwerlich läſst sich die Gleichheit der Kraft der beiden Maschinen auf eine zuverläſsigere Art darthun, als das aus dem Umstande hervorgeht, daſs beide Maschinen zugleich, genau mit der Hälfte von Umdrehungen dasselbe, als jede einzeln bei der vortheilhaftesten Wirkung leisteten. — Daſs aber die Länge von 48 Zoll geschmolzenen Eisendrahts ein hinlänglich genaues Maaſs der Kraft der Ladung war, zeigte sich, als wir den Versuch mit 49 Zoll desselben Eisendrahts wiederholten. Diese Länge kam blos zum Glühen, ohne daſs eine Schmelzung erfolgte.

Da beide Maschinen in gleicher Zeit gleiche Wirkungen hervorbrachten, so kam es nun darauf an, zu untersuchen, ob sie sich auch mit gleicher Kraft in Bewegung setzen lieſsen. Zu dem Ende drehten wir die Kurbeln so, daſs ihr Arm horizontal war, und hingen Gewichte an sie, bis sie in Bewegung kamen. Dazu reichten bei der Scheiben-Maschine 8 Pfund Troygewicht hin, bei der Cylinder-Maschine wurden aber 14 Pfund erfordert.

Hier wurde die erste Reihe der gemeinschaftlichen Versuche beendigt. Man hatte bei den Apparaten manches, was fehlte, bemerkt, und wollte dieses zuvor anschaffen. Inzwischen stellten beide Experimentatoren, welche durch die Gleichheit der Kraft dieser Maschinen überrascht worden waren, einzelne Versuche an.

Die Cylindermaschine lieſs sich ganz isoliren, auf dieselbe Art wie die Nairn'sche; sie hatte aber

keine isolirende Kurbel, sondern statt dessen eine seidne Schnur ohne Ende, welche um eine Rolle und um ein Rad lief, das die Bewegung schneller machte. Eine Einrichtung, welche Hr. Singer getroffen hatte, um die Wirkung der von Nicholson beobachteten, den Cylindern eigenen Undulation zu vermeiden, welche durch die Unregelmäſsigkeit ihrer Oberfläche und der dadurch bewirkten Ungleichheit im Drucke des Reibzeugs entsteht. Um dieser noch mehr abzuhelfen, ist das Reibzeug so eingerichtet, daſs der Rücken desselben wie eine horizontale Feder wirkt, welche einen gleichen und fast einförmigen Druck erhält, ohne die Unannehmlichkeit zu haben, die Isolirung der negativen Electricität zu verkürzen. Hr. Singer hat sich dieser Maschine öfters während eines ganzen Cursus von Vorlesungen bedient, ohne daſs sie im geringsten an Kraft abnahm und von der Feuchtigkeit der Luft zu leiden schien, obgleich er das Amalgam nicht ein einziges Mahl erneuerte. Als er den Cylinder bei unveränderter Reibung durch eine bloſse Kurbel drehen lieſs, bedurfte es, wie zu erwarten war, der vierfachen Menge Umdrehungen wie zuvor, um dieselbe Wirkung hervorzubringen; es reichten nun aber auch $2\frac{1}{2}$ Pfund Kraft an der Kurbel hin, ihn in Bewegung zu setzen.

Hr. Cuthbertson zeigte bald darauf Hrn. Singer an, er habe ein Mittel entdeckt, die Wirkungen der Apparate zu verdoppeln, ja selbst zu vervierfachen, ohne daſs damit eine andere Unbe-

quemlichkeit, als Vermehrung der Reibung verbunden sey. Und dieses Mittel besteht in nichts anderm, als in einer Vergrösserung der Geschwindigkeit durch Rolle, Rad und Schnur *).

Ehe die folgende Reihe von Versuchen ihren Anfang nahm, brachte Hr. Singer neue Taffflügel statt der alten an, die schon drei Jahre lang gedient hatten. Dieses vermehrte die Kraft der Cylindermaschine um ein Drittel, da eine Flasche, die zuvor bei jedem Umlauf des Rades 4 mahl losgeschlagen hatte, sich nun 6 mahl entlud **), wie wiederholte Versuche übereinstimmend ergaben.

Versuch 1. Man stellte dem Hauptconductor der Scheibenmaschine eine mit der Erde leitend verbundene Kugel von 2 Zoll Durchmesser gegenüber, und entfernte sie allmählig weiter, so lange noch Funken überschlugen. Die grösste Weite, in der dieses geschah, war von 6½ Zoll.

Ganz dieselbe Vorrichtung wurde mit der Cylindermaschine getroffen, und sie gab Funken von 8½ Zoll Länge. — Mit grössern Kugeln liessen sich längere Funken erhalten, von 12 Zoll und mehr;

*) Unmöglich kann Hr. Singer gemeint seyn, eine so alte und bekannte Sache für eine neue Erfindung Cuthbertson's auszugeben. Das Vortheilhafte dieser Einrichtung bei Scheibenmaschinen bewiesen unter andern die in diesen *Annalen* mitgetheilten electrischen Aufsätze. Die folgenden genauen Versuche über dieses Verstärkungsmittel der Electrisirmaschine sind jedoch neu und verdienstlich.
Gilbert.

**) Folglich war die Kraft um die Hälfte vermehrt worden. *G.*

man mufste aber fehr langfam drehen; und dann entftanden Undulationen.

Verfuch 2. Die folgenden Verfuche wurden mit einer Flafche angeftellt, die mit einem Lane'-fchen Electrometer verfehn war. Dabei zeigten fich Anomalien, welche fich nur aus der Unvollkommenheit diefes Electrometers erklären läffen. Dagegen gab das Cuthbertfon'fche, nach Art einer Schnellwage eingerichtete Electrometer Refultate von einer merkwürdigen Regularität. Die Flafche, mit der diefe letztern Verfuche angeftellt wurden, hatte 168 Quadratzoll Belegung;

Als der Läufer des Electrometers ftand auf	15	20	25	30 u.	35 Grains,
erfolgte die Entladung bei folgender Zahl von Umdrehungen:					
der Kurbel der Scheibenmafchine	4	5	6	7	8
des Rades der Cylindermafchine	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5

Ladungen mit gröfsern Gewichten wurden nicht verfucht. Man hätte bei ihnen zuvor in die Flafche hineinblafen müffen, und das hätte Unregelmäfsigkeiten in den Refultaten herbeiführen können.

Verfuch 3. Diefe Verfuche wurden nun mit der Batterie von 15 Flafchen, die 17 Quadratfufs Belegung hatte, wiederholt, und man erhielt folgende Refultate. Es erfolgte die Entladung bei einer

Belaftung des Electrometers mit	10	15 Grains
nach Umdrehungen der Scheibe	75	102
Umdr. des Rades der Cyl. Mafch.	63	70

Verfuch 4. Als der Cylinder mit einer blofsen Kurbel bewegt wurde, erfolgte die Entladung diefer Batterie erft bei 246 Umdrehungen. Hieraus er-

hellet, dafs beim Bewegen des Cylinders durch ein Schnurrad, der Vortheil nicht genau der vermehrten Zahl der Umdrehungen entſpricht; denn 246 iſt ungefähr um ⅛ kleiner als 4. 70. Die Intenſität der Wirkung wird durch die Geſchwindigkeit der Bewegung ein wenig vermindert.

Verſuch 5. Es wurden Rolle und Rad an der Scheibenmaſchine zur Beſchleunigung der Bewegung angebracht, und es erfolgte die Entladung der Batterie, bei derſelben Belaſtung des Electrometers mit 15 Grains,

mit einer bloſsen Handhabe nach	75	Umdrehungen
mit Rolle und Rad, welche die Geſchwindigk. verzwiefachten, nach	42	—
verdreifachten,	28	—
vervierfachten,	19	—

Dieſe Verſuche zeigen auf eine ſehr in die Augen fallende Art, wie wichtig und nützlich die Verbeſſerung iſt, die Hr. Cuthbertſon an der Scheibenmaſchine durch Hinzufügen eines beſchleunigenden Schnurrads angebracht hat. Denn nimmt man auf die Mängel des Apparats Rückſicht, der ziemlich grob, blos zum Verſuche, gemacht war, ſo zeigt ſich, daſs die Kraft der Maſchine ſo nahe der Zahl der Umdrehungen in einer gegebenen Zeit proportional verſtärkt wurde, daſs der Unterſchied nie über ⅛ betrug, obgleich die Kraft im Laden bis zum Vierfachen erhöht wurde *).

*) Es iſt nemlich $\frac{1}{2} \cdot 75 = 37\frac{1}{2}$; $\frac{1}{3} \cdot 75 = 25$; $\frac{1}{4} \cdot 75 = 18\frac{3}{4}$ *G.*

Da man keine Ursache hat, anzunehmen, daſs man in dieſen Verſuchen die Gränze der Kraft, die ſich der Electriſirmaſchine geben läſst, erreicht habe, ſo iſt es nicht unwahrſcheinlich, daſs man mit einer bewegenden Kraft, welche die Geſchwindigkeit ins Unbeſtimmte vermehrte, die Menge von Electricität, welche einer dieſer Apparate in einer beſtimmten Zeit hergeben kann, zu verzehnfachen vermöchte; eine für den gegenwärtigen Zuſtand der Naturlehre wichtige Entdeckung.

Folgendes ſtellt der Verf. als die praktiſchen Reſultate ſeiner Unterſuchung auf:

Die Verſchiedenheit, welche wir anfangs in der zum Bewegen der beiden Apparate nöthigen Kraft gefunden hatten, verſchwand gröſstentheils, als wir die Hebel, an welche die Kraft wirkte, gleich machten; die Scheibe bedurfte dann 8, der Cylinder 10 Pfund Kraft. Die mehrere Kraft, welche die Cylindermaſchine erforderte, wurde durch ihre gröſsere electriſche Wirkſamkeit erſetzt.

Die Cylindermaſchine hat folgende Vorzüge: 1) ſie giebt die poſitive und negative Wirkung in vollkommen gleicher Stärke; 2) ſie bedarf nur Eines Reibzeugs; 3) ſie iſt zu Folge ihrer Geſtalt minder zerbrechlich, als die Scheibenmaſchine; kann 4) vollkommen iſolirt werden, und läſst 5) vermöge ihrer eigenthümlichen Structur den Gebrauch gröſserer Schnurräder zu, um

die Geſchwindigkeit zu vermehren, und dadurch die Reibung ſehr zu vermindern.

Dagegen ſind die Scheibenmaſchinen 1) minder koſtbar als die Cylindermaſchinen von gleicher Stärke; nehmen 2) weniger Raum ein, und laſſen ſich 3) in viel gröſsern Dimenſionen verfertigen, wie davon die Teyler'ſche Maſchine zu Harlem mit zwei Scheiben von 5 Fuſs Durchmeſſer den vorzüglichſten Beweis abgiebt; 4) iſt es leichter, mehrere Scheiben, als mehrere Cylinder, in Einen Apparat zu vereinigen; 5) läſst ſich bei ihnen die Geſchwindigkeit viel beſſer als bei den Cylindern vervielfachen, ohne daſs die Bewegung zu ſchnell wird. Endlich laſſen ſich 6) mit Scheiben von gleichem Durchmeſſer und aus einerlei Glasart gleiche und ähnliche Wirkungen erhalten, welches bei Cylindermaſchinen ſehr ſchwer iſt.

II.

Beschreibung einer Vorrichtung, um mittelst des Sonnen-Mikroskops die Farben dünner Flächen darzustellen,

vom

Dr. Thomas Young, M. D., F. R S. *)

Die schon von Boyle und Hooke beobachteten Farben dünner Flächen sind zuerst von Newton genauer analysirt, seitdem aber nicht weiter erörtert worden, bis man vor kurzem versucht hat, sie zu erklären und auf die Erklärung die Hauptgründe für eine neue Theorie des Lichts und der Farben zu gründen **). Die Erscheinungen selbst sind fast nur aus Newton's Beschreibung bekannt; nur wenige haben sie gesehn, und man hat sie noch nie in öffentlichen Vorlesungen in ihrer vollen Schönheit und auf eine interessante Weise dargestellt. Es scheint indess, als könne es keine

*) Frei übersetzt (zum Theil als Erläuterung zu dem, was oben S. 189 und 214 von den Farben dünner Platten verhandelt worden ist) nach dem *Journ. of the roy. inst.* I. 241., von Gilbert.

**) Geht unstreitig auf die Untersuchungen Jordan's über die Beugung des Lichts und die Farben dünner Flächen, von denen ich dem Leser in diesen *Annalen* B. 18. S. 1 f. mehreres mitgetheilt habe. *Gilbert.*

Schwierigkeit haben, mittelst der Vorrichtung zur Darstellung dunkler Gegenstände in dem Sonnenmikroskope, diese Farben im Grofsen sichtbar zu machen; doch sind, um die vortheilhafteste Wirkung zu erlangen, einige Kunstgriffe zu beobachten, welche man hier nicht ungern finden wird.

Die Farben dünner Körper müssen häufig in den Blasen des Wassers und anderer Flüssigkeiten, und in dem Häutchen gesehn worden seyn, womit ein Tropfen Oehl sich über eine Wasserfläche verbreitet. Man nimmt sie besonders in den Tafeln wahr, worin Glimmer und Frauenglas sich so willig theilen lassen. Newton stellte seine Versuche hauptsächlich über die Farben der Seifenblasen und über diejenigen Farben an, welche entstehn, wenn zwei Glaslinsen einander berühren. Um diese Farben durch Seifenwasser darzustellen, ist das Verfahren des Hrn. Jordan das schicklichste. Er taucht die Oeffnung eines Weinglases in schwaches Seifenwasser und hält dann das Glas horizontal, indem er es gegen einen aufrechtstehenden Gegenstand, z. B. gegen einen Fensterladen anlehnt. Da dann das Häutchen, welches die Oeffnung bedeckt, in senkrechter Lage ist, so macht die Schwere der Flüssigkeit, dafs das Häutchen unten immer dicker und dafs es in den übrigen Stellen allmählig immer dünner wird, bis es endlich an der obersten Stelle zerreifst. Die Farben erscheinen in diesem Falle in Gestalt horizontaler Streifen auf ähnliche Art, wie die sogleich umständlicher zu beschreibenden Ringe.

Newton hat bemerkt, daſs die Farben, welche ſo von einer Fläche eines dichtern Mittels zurückgeworfen werden, lebhafter als die ſind, welche entſtehn, wenn eine dünne Platte eines dünneren Mittels zwiſchen zwei dichtern Mitteln liegt. Dieſe anſcheinende Verſchiedenheit hat ihren Grund wahrſcheinlich in der Menge fremden Lichts, das gemeiniglich in dem Verſuche gegenwärtig iſt, und das ſowohl von der obern Oberfläche des obern Mittels, als von der untern Oberfläche des untern Mittels, die oft beinahe parallel mit den ſich berührenden Oberflächen ſind, zurückgeworfen wird. Es iſt daher wichtig, dieſes fremde Licht zu entfernen, welches ſich dadurch bewirken läſst, daſs man dem einen Glaſe die Geſtalt eines Prisma giebt, und die untere Oberfläche des andern Glaſes mit ſchwarzem Siegellack überzieht. Dann wirft die obere Fläche des obern Glaſes das Licht in einer andern Richtung zurück, und an der untern Fläche iſt die Reflexion ganz oder beinahe aufgehoben. Beobachtet man dieſen Kunſtgriff, ſo laſſen ſich die Farbenringe, welche in dem zurückgeworfenen Lichte entſtehn, mittelſt des Sonnen-Mikroſkops zu einem ſehr ſchönen Gegenſtande machen.

Die vollkommenſten Plangläſer ſind die, deren man ſich bei den Hadley'ſchen Quadranten bedient. Man laſſe ein ſolches Glas nach der Diagonale des Querſchnitts abſchleifen, ſo daſs es zu einem ſpitzen Keile oder Prisma werde, und bringe damit die Oberfläche einer Glaslinſe in Berührung,

welche zu einer Kugelfläche von 5 bis 10 Fuſs Halbmesser gehören muſs. Beide Gläser müssen mittelst dreier Schrauben in ihrer Lage erhalten und mit Kraft an einander gepreſst werden; denn sobald man diesen Druck aufhebt, stoſsen sie sich mit vieler Kraft einander zurück. Daher darf auch keins von beiden sehr dünn seyn, weil sie sich sonst biegen, ehe sie einander nahe genug sind.

Um diese Gläser an das Sonnen-Mikroskop anzubringen, ist es rathsam, sie in einem Cylinder zu befestigen, der groſs genug ist, um über die Gläser und die Schrauben hervorzuragen *), damit man sie leicht drehen könne, bis sie das von dem Spiegel kommende Licht in die Richtung der Axe des Mikroskops zurückwerfen; und es fällt in die Augen, daſs sie in diesem Fall etwas gegen den Lichtstrahl geneigt seyn müssen, so daſs der Focus des ganzen Bildes nie gleich vollkommen seyn wird, und daſs die Farbenringe auf dem Papierschirme oval erscheinen werden. Auf diese Art lassen sich leicht 8 bis 10 Farbenfolgen wahrnehmen, die aber in ihrer Ordnung und Folge zu zusammengesetzt sind, als daſs man sie leicht entziffern könnte. Denn sie bestehn in der That aus einer unendlichen Zahl von Reihen von Ringen von verschiedener Gröſse, und jede dieser Reihen enthält alle Gradationen des Lichts des prismatischen Bildes. Nahe

*) Vergl. *Taf.* III. *Fig.* 1, von der zwar weiter keine Erklärung gegeben wird, die aber hinreicht, diese Beschreibung verständlich zu machen. *Gilbert.*

bei dem Mittelpuncte ſind dieſe hinlänglich von einander getrennt, um deutlich zu erſcheinen, entweder allein oder in Verbindung; nach 8. bis 10 Abwechſelungen aber verlieren ſie ſich in die allgemeine Wirkung weiſsen Lichtes.

Denn wenn man auf die Gläſer blos homogenes Licht fallen läſst, welches aus dem übrigen durch die Brechung in einem Prisma oder auf eine andre Art geſondert worden iſt, ſo nehmen die Ringe einer jeden Farbe, und die dunkeln Zwiſchenräume zwiſchen denſelben, die ganze ſichtbare Fläche ein, und ihre Zahl wird blos durch das Vermögen des Auges, Gegenſtände wahrzunehmen, beſchränkt, welche ſo klein ſind, als die äuſserſten Ringe werden, weil die Luftſchicht zwiſchen beiden Gläſern in den Stellen, von welchen dieſe Ringe herrühren, bei der gekrümmten Geſtalt des einen Glaſes ſehr ſchnell an Dicke zunimmt.

Hat man dieſen Umſtand gehörig eingeſehn, ſo läſst er ſich auf eine noch elegantere Art folgendermaſsen erläutern. Man ſtelle ein Prisma wenige Fuſs von dem Sonnen-Mikroſkope, laſſe blos eine ſchmale Linie auf der Oberfläche deſſelben dem einfallenden Lichte bloſsgeſtellt ſeyn, und werfe auf daſſelbe die Farbenringe in einer ſolchen Richtung, daſs dieſe Linie durch die Mittelpuncte derſelben gehe *). Sieht man nun dahin, daſs von dem ſo

*) Vergl. *Taf.* III. *Fig.* 2, wo man das an einer Kugel befeſtigte und von derſelben in horizontaler Lage erhaltene Prisma, und auf der einen Fläche deſſelben die dem einfal-

entstehenden prismatischen Bilde alles fremde Licht entfernt bleibe, so stellt es eine sehr interessante Analyse dieser Farben dar. Denn die Licht-Linie besteht aus Portionen der Ringe von allen möglichen Gradationen der Farbe, von denen jedes eine gebrochne Linie bildet, die indeſs nicht von gleichen Dimensionen sind; und durch die Brechung im Prisma werden alle diese gebrochnen Linien von einander getrennt und parallel neben einander gestellt, wegen der verschiedenen Brechbarkeit des Lichtes, aus dem sie bestehn. So wird die gebrochne Linie des äuſsersten Roth, welche aus den längsten Portionen besteht, am wenigsten gebrochen; die andern Roth folgen, und werden mit dem erstern und unter einander in Berührung gebracht, doch der verschiednen Gröſse der Portionen zu Folge etwas schief. Auch die dunkeln Räume sind in Berührung mit einander, und bilden eine Trennung zwischen jeder Portion des Lichts. Auf dieselbe Art folgen die grünen auf die rothen, mit ein wenig oder gar keinem sichtbaren Gelb. Die blauen und violetten sind etwas vermischt, denn diese beiden Farben werden durch dünne Platten in viel kleinere Räume als durch das Prisma gebracht. Deshalb ist jede Portion des Lichtes, die durch aneinanderstoſsende Linien der verschiednen Farben gebildet ist, nicht mit geraden,

lenden Lichte frei gelassene Linie, und die Farbenringe in einer solchen Lage sieht, daſs diese Linie durch ihren Mittelpunct geht. *Gilbert.*

ſondern mit krummen Linien begränzt *). Zieht man irgendwo eine Linie quer durch dieſes zuſammengeſetzte Spectrum, ſo zeigt ſie die Grundtheile, aus welchen das die Ringe an dem Theile ausmachende Licht beſteht. Denn das Prisma zerſtreut die Farben allein nach einer Richtung quer durch dieſes Spectrum; und man bemerkt, daſs nach der 8ten oder 10ten Abwechſelung das an jedem Puncte hindurchgelaſſene Licht ſo gemiſcht iſt, daſs ſich daraus leicht begreifen läſst, warum es weiſs erſcheint.

Auch die Farben dünner Flächen, die bei der Transmiſſion des Lichtes entſtehn, laſſen ſich leicht durch das Sonnen-Mikroſkop darſtellen; da es aber ganz unmöglich iſt, eine groſse Menge von Licht, welche nichts zur Bildung derſelben beiträgt, auszuſchlieſsen, ſo zeigen ſie ſich nie ſo glänzend, als die durch Zurückwerfung gebildeten Farben.

*) Vergl. *Taf.* III. *Fig.* 2. G.

III.

Verſuche und Berechnungen zur phyſikaliſchen Optik,

von

THOMAS YOUNG, M. D., F. R. S.

Ueberſetzt vom Prof. Lüdicke in Meiſſen *).

Mit einigen Erläuterungen und Bemerkungen.

---

1. *Allgemeines, aus Verſuchen bewieſenes Geſetz der Vermiſchung des Lichts.*

Bei einigen Verſuchen, welche ich über die Farbenſtreifen, mit denen Schatten verſehen ſind, angeſtellt habe, bin ich auf einen Beweis eines allgemeinen Geſetzes der Vermiſchung zweyer Lichtbündel gekommen, der eben ſo einfach als überzeugend iſt. Ich habe mich bemüht, ihn feſt zu begründen, und halte ihn jetzt für geeignet, ihn der königlichen Societät vorzulegen in einer kurzen Ueberſicht der Beobachtungen, welche mir entſcheidend zu ſeyn ſcheinen. Der Satz, den ich darthun will, iſt: „*daſs die Farbenſtreifen durch Vermiſchung zweyer Lichtbündel hervorgebracht*

*) Aus den *Philoſophical Transactions of the Roy. Soc. of London for 1804.* G.

werden " *). Dieſes wird, hoffe ich, ſelbſt von denen nicht abgeläugnet werden, welche am meiſten dagegen eingenommen ſind; denn ich denke die Wahrheit dieſes Satzes durch Verſuche zu beweiſen, die ſehr leicht und ohne allen andern Apparat, als den jeder bei der Hand hat, ſobald nur die Sonne ſcheint, wiederholt werden können.

Verſuch 1. Ich machte eine kleine Oeffnung in einen Fenſterladen und bedeckte ſie mit einem Stücke ſtarken Papiers, das mit einer feinen Nadel durchbohrt war. Zu mehrerer Bequemlickheit bei dem Beobachten brachte ich einen kleinen Spiegel auſserhalb am Fenſterladen in einer ſolchen Lage an, daſs er das Sonnenlicht beinahe horizontal auf die entgegengeſetzte Wand warf, und einen Kegel divergirenden Lichtes über eine Tafel führte, auf welcher ſich verſchiedene kleine Schirme von Kartenpappe befanden. In den Sonnenſtrahl brachte ich einen Kartenſtreifen, der $\frac{1}{30}$ Zoll breit war, und beobachtete den Schatten deſſelben entweder an der Wand, oder an andern in verſchiedenen Entfernungen gehaltenen Karten. Es erſchienen nicht blos Farbenſäume an jeder Seite des Schattens, ſondern auch der Schatten ſelbſt wurde durch ähnliche parallele Streifen von geringerer Breite getheilt, deren Menge von der Entfernung abhing, in wel-

*) Lichtportionen nach den Worten des Verfaſſers, deſſen Satz ſo lautet: *that fringes of colours are produced by the interference of two portions of light.* L.

cher der Schatten beobachtet wurde; doch blieb die Mitte des Schattens allezeit weiſs. Dieſe Streifen ſind die gemeinſchaftlichen Effecte der Lichtbündel, welche auf jeder Seite des Kartenſtreifen in den Schatten inflectirt oder vielmehr diffrangirt werden. Denn, wenn man einen kleinen Schirm wenige Zoll von dem Kartenſtreifen ſo ſtellt, daſs er eine der Gränzen des Schattens an ſeinem Rande auffängt (*ſo as to receive either edge of the ſhadow on its margin*), ſo verſchwinden ſogleich alle Streifen, welche man vorher in dem Schatten an der Wand bemerkte, obgleich das auf der andern Seite gebeugte Licht in ſeinem Fortgange nicht aufgehalten wird, und obgleich dieſes Licht jede Veränderung leiden muſs, welche die Nähe des andern Randes des Kartenſtreifen zu veranlaſſen vermögend war. Rückt man den dazwiſchen geſtellten Schirm von dem ſchmalen Kartenſtreifen weiter ab, ſo muſs er natürlich tiefer in den Schatten eindringen, um die Parallelſtreifen auszulöſchen; denn an dieſen Stellen iſt das Licht, welches von dem Rande des Objects diffrangirt wird, weiter in den Schatten nach den Säumen zu eingedrungen. Dieſes geſchieht alſo nicht ſowohl aus Mangel an einer hinreichenden Dichtigkeit des Lichts, als, weil einer der beiden Lichtbündel unvermögend iſt, dieſe Streifen allein hervorzubringen: denn, wenn die beiden Lichtbündel nicht unterbrochen werden, ſo erſcheinen die farbigen Linien, ſelbſt wenn die

Dichtigkeit des Lichtes auf den zehnten oder zwanzigſten Theil vermindert worden iſt.

Verſuch 2. Die büſchel- (oder franzen-) förmigen Streifen, welche der ſcharfſinnige und genau beobachtende Grimaldi beſchrieben hat, geben zu einer ſchönen Abänderung des vorhergehenden Verſuchs Veranlaſſung, und zu einem trefflichen Beiſpiel einer ſich darauf gründenden Rechnung. Wird der Schatten von einem rechtwinklich gebogenen Gegenſtande gebildet, ſo zeigen ſich, auſser den gewöhnlichen äuſsern Streifen, zwei oder drei Säume abwechſelnder Farben, welche von der Linie, die den Winkel halbirt, ihren Anfang nehmen und ſich auf jeder Seite derſelben in krummen Linien ausbreiten, die die convexe Seite gegen dieſe Theilungslinie kehren, und deren Neigung gegen dieſelbe deſto gröſser wird, je weiter ſie ſich von dem Scheitel des ausgehenden Winkels entfernen. Dieſe Säume ſind ebenfalls der gemeinſchaftliche Effect des Lichts, welches von jedem der beiden Ränder des Objects in den Schatten gebeugt wird; denn, wenn ein Schirm nur wenige Zoll von dem Objecte ſo geſtellt wird, daſs er blos den Schatten des einen Randes auffängt, ſo verſchwinden alle Streifen. Wenn hingegen die rechtwinklichte Ecke des Schirms in die Spitze des Schattens ſo geſtellt wird, daſs ſie blos das Aeuſserſte vom Winkel des Schattens auffängt, ſo bleiben die Streifen ungeſtört.

2. Verhältnisse der bei verschiedenen Versuchen gefundenen Maasse.

Um die Maasse der Streifen unter verschiedenen Umständen zu untersuchen, müssen wir die Differenzen der Längen der von denjenigen Lichtbündeln beschriebenen Bahnen berechnen, welche, wie erwiesen worden, an Hervorbringung der Streifen Theil haben *). Hierbei findet sich nun, daſs das Licht allezeit weiſs bleibt, wenn die Längen beider Bahnen gleich sind; daſs aber, wenn entweder das hellste Licht oder das Licht irgend einer gegebenen Farbe ein- zwei- dreimal verschwindet und wiedererscheint, die Differenzen der Längen der Bahnen der beiden Lichtbündel sich in einer arithmetischen Progression befinden, so nahe als das von Versuchen dieser Art sich erwarten läſst. In dieser Rücksicht will ich die aus einigen Ver-

*) *The differences of the lengths of the paths described by the portions of light, which have thus been proved to be concernad in producing those fringes.* Herr Young schreibt so dunkel, daſs häufig ein anhaltendes Studium erfordert wird, um seinen Sinn richtig aufzufassen. Der Leser hat sich wahrscheinlich schon in dem vorigen Stücke der Annalen, wo der Verf. Fälle von einer noch nicht beschriebenen Entstehung von Farben, und ein allgemeines Gesetz für dieselben angiebt (S. 206 f.), in einiger Verlegenheit befunden, was er daselbst S. 208 f. (einer Stelle, die dem Folgenden zur Erläuterung dient) unter *the lenghts of the passes* verstehn, und wie er sich Hrn. Young's allgemeines Gesetz auslegen soll. Unter den Bemerkungen am Ende dieses Aufsatzes steht eine Erläuterung von Hrn. Prof. Mollweide, welche den Schlüssel zu diesem dunkeln Ausdrucke, und zum Verständnisse der folgenden Rechnungen enthält. *Gilbert.*

ſuchen Newton's hergeleiteten Maaſse mit denen aus meinen Verſuchen vergleichen.

Newton beſchreibt im dritten Buche ſeiner Optik in der 8ten und 9ten Beobachtung einige Verſuche, welche, verbunden mit der 3ten Beobachtung, die nöthigen Angaben für die Rechnung hergeben. Zwei Meſſerklingen, deren Schneiden mit einander einen ſehr ſpitzen Winkel machten, wurden in einen Sonnenſtrahl gebracht, der durch eine ſehr kleine Oeffnung einfiel, und der Vereinigungspunct der zwei erſten dunkeln Linien, welche die Schatten dieſer Klingen umgaben, bei verſchiedenen Entfernungen beobachtet. Die Erfolge von ſechs Beobachtungen befinden ſich in den erſten drei Linien der *erſten Tafel.* Aus ihnen lieſs ſich unter der Vorausſetzung, daſs die dunkle Linie durch die erſte Vermiſchung des von den *Meſſerſchneiden* reflectirten Lichts mit dem zwiſchen denſelben hindurchgegangenen geradlinigten Lichte entſtanden ſey, durch Berechnung der Differenz der beiden Bahnen, der Zwiſchenraum für die erſte Verſchwindung des hellſten Lichtes finden, und dieſer ſteht in der vierten Linie der erſten Tafel. Die *zweite Tafel* enthält die Erfolge einer ähnlichen Rechnung aus Newton's Beobachtungen an dem Schatten eines *Haars,* und die *dritte Tafel* aus meinen eigenen Verſuchen von derſelben Art; indem vorausgeſetzt wird, daſs die zweite helle Linie einem doppelten Zwiſchenraume, die zweite dunkle Linie einem dreifachen Raume und die folgenden

Linien der fortgesetzten Progression zugehören. Die Einheit bei allen Tafeln ist ein Zoll.

Erste Tafel. (*Newton's Observ.* 9.)

Entfernung der Schneiden
  von der Oeffnung - - 101"
Entfernung des Papiers von
  den Schneiden $1\frac{1}{2}$; $3\frac{1}{3}$; $8\frac{2}{3}$; 32 ; 96 ; 131
Weite der Schneiden dem
  Vereinigungspuncte gegenüber 0,012 ; 0,020 ; 0,034 ; 0,057 ; 0,081 ; 0,087
Verschwindungs-
  raum 0,0000122 ; 0,0000155 ; 0,0000182 ; 0,0000167
  0,0000166 ; 0,0000166

Zweite Tafel (*Newton's Observ.* 3.)

Breite des Haares - - $\frac{1}{280}$"
Entfernung des Haars
  von der Oeffnung - 144
Entfernung der Scale
  von der Oeffnung - 150 ; 252
Breite des Schattens - $\frac{1}{54}$; $\frac{1}{9}$
Breite zwischen dem zweiten
  Paare heller Linien - $\frac{2}{47}$; $\frac{4}{17}$
Verschwindungsraum oder die
  halbe Differenz der Bahnen 0,0000151 ; 0,0000173
Breite zwischen dem dritten
  Paare heller Linien - $\frac{4}{73}$; $\frac{3}{10}$
Verschwindungsraum oder
  $\frac{1}{4}$ der Differenz - 0,0000130 ; 0,0000143

Dritte Tafel. *Versuch* 3.

Breite des Objects - - 0,434
Entfernung des Objects von der Oeffnung 125
Entfernung der Wand von der Oeffnung - 250
Entfernung des zweiten Paars dunkler
  Linien von einander - - 1,167
Verschwindungsraum, ein Drittel der
  Differenz - - 0,0000149

Versuch 4.

Dicke des Drathes - -	0,083"
Entfernung des Draths von der Oeffnung	32
Entfernung der Wand von der Oeffnung -	250
Breite des Schattens bei drei Messungen 0,815; 0,826; 0,827.	Mittel 0,823
Entfernung des 1. Paars der dunkeln Linien 1,165; 1,170; 1,160.	Mittel 1,165
Verschwindungsraum -	0,0000194
Entfernung des 2. Paars der dunkeln Linien 1,402; 1,395; 1,400.	Mittel 1,399
Verschwindungsraum - -	0,0000137
Entfernung des 3. Paars der dunkeln Linien 1,594; 1,580; 1,585.	Mittel 1,586
Verschwindungsraum - -	0,0000128

Aus fünf Beobachtungen von den sechs der ersten Tafel, (wo die Entfernung des Schattens sich von 3 Zoll bis auf 11 Fuss veränderte, und die Breite der Streifen nach dem Verhältnisse wie 7 zu 1 vergrössert wurde,) erhellet, dass der Unterschied der Bahnen, welcher den Verschwindungsraum giebt, *(the difference of the routes constituting the interval of disappearance,)* nur höchstens um $\frac{1}{11}$ zugenommen hatte *), und dass er bei drei Beobachtungen unter diesen fünfen mit dem Mittel entweder genau oder bis auf $\frac{1}{160}$ übereinkömmt. Dieses veranlasst mich, zu schliessen, dass der Zwischenraum, welcher dem Verschwinden des hellsten Lichtes zukommt, entweder völlig oder sehr nahe beständig sey.

*) S. die Erläuterung des Herrn Prof. Mollweide's am Ende dieses Aufsatzes. G.

Jedoch kann man aus der Vergleichung mit allen andern Beobachtungen den Schluſs ziehen, daſs, wenn die Schiefe der Reflexion ſehr groſs iſt, einige Umſtände Statt finden, welche machen, daſs der Raum, den wir ſo berechnet haben, etwas gröſser wird; ſo kömmt er in der ſiebenten Zeile der vierten Tafel um $\frac{1}{8}$ gröſser heraus, als das Mittel der fünf vorhergehenden betrug. Dagegen iſt das Mittel von zwei Newton'ſchen und einem meiner Verſuche um $\frac{1}{4}$ kleiner, als die vorhergehenden. In Anſehung dieſes Umſtandes kann ich für jetzt nichts Beſtimmtes ſagen, jedoch vermuthe ich, daſs er einer Ablenkung des Lichts von der geradlinigten Richtung zuzuſchreiben ſey, welche entweder aus der gewöhnlichen Diffraction, wodurch der Schatten ebenfalls erweitert wird, oder von einer andern unbekannten Urſache entſteht. Wenn wir uns vorſtellten, der Schatten des Drahtes und die näheſten Streifen wären ſo zuſammengezogen worden, daſs die Bewegung des an den Schatten grenzenden Lichts geradlinigt ſey, ſo würde man hieraus einen hinreichenden Grund dieſer Ablenkung entlehnen können: allein es iſt ſchwer, genau diejenige Richtung des Lichts anzugeben, welche das Bedürfniſs einer Correction veranlaſst.

Das Mittel der drei Verſuche, welche von dieſer unbekannten Ablenkung am wenigſten zu leiden ſchienen, giebt 0,0000127 für den Raum, welcher der Verſchwindung des hellſten Lichtes zugehört; und man kann hieraus ſchlieſsen, daſs, wenn

ſie hier gar keinen Einfluſs gehabt hätte, die Maaſse noch etwas kleiner geweſen wären. Nun iſt derſelbe Zwiſchenraum, welcher aus den Newton'ſchen Verſuchen mit dünnen Scheiben folgt, = 0,0000112, alſo nur um $\frac{1}{8}$ kleiner als der vorige; eine Uebereinſtimmung, welche hinlänglich zu beweiſen ſcheint, daſs man dieſen beiden Arten der Erſcheinungen einerlei Urſache zuzuſchreiben habe. Bei den Farben der dünnen Scheiben läſst es ſich ſehr leicht zeigen, daſs eine jede Art des Lichts verſchwindet und wiedererſcheint, wenn die Differenzen der Bahnen der beiden Lichtbündel ſich in einer arithmetiſchen Progreſſion befinden, und wir haben geſehen, daſs dieſes Geſetz auf die Erſcheinungen des gebeugten Lichtes, auch ohne analogiſch zu ſchlieſsen, allgemein angewendet werden könne.

Die Vertheilung der Farben iſt auch in beiden Fällen einander ſo ähnlich, daſs man unmittelbar hieraus auf die Aehnlicheit der Fälle ſchlieſsen kann. Newton bemerkt in ſeiner Optik, 13te Beobachtung des zweiten Theils des erſten Buchs, daſs der Zwiſchenraum der Gläſer da, wo die Ringe in rothem Lichte erſcheinen, ſich zu dem Zwiſchenraum für violettes Licht verhalten habe wie 14 : 9, und in der 11ten Beobachtung des dritten Buchs ſagt er, die Entfernungen der Streifen von einander wären unter dieſen Umſtänden der 22ſte oder 27ſte Theil eines Zolls. Wenn man hiervon die Breite des Haares abzieht und die Reſte quadrirt,

um das Verhältniſs der Differenzen der Bahnen zu finden, ſo erhält man das Verhältniſs 14 zu 9¼, welches wenig von dem bei den Farben dünner Gläſer beobachteten Verhältniſſe abweicht.

Aus dieſem allgemeinen Geſetze läſst ſich die Geſtalt der ſchon beſchriebenen büſchelförmigen Streifen des Grimaldi leicht beſtimmen; denn es erhellet, daſs unter den Umſtänden des erzählten Verſuchs die Oerter, wo die Differenzen der Längen der von zwei Lichtbündeln beſchriebenen Bahnen einer beſtändigen Gröſse gleich ſind, und wo daher einerlei Art des Lichts erſcheint oder verſchwindet, ſich allezeit in einer gleichſeitigen Hyperbel befinden, deren Axen in die Grenzlinien des Schattens und deren Aſymptoten beinahe in die Diagonale fallen. Es müſſen daher die Streifen eine ſolche Richtung haben, wie ſie bei der Beobachtung gefunden wird. Jedoch iſt zu bemerken, daſs die den äuſsern Grenzen des Schattens näher liegenden Theile ſo ſchwach abſchattirt ſind, daſs man hier weniger, als näher bei der Axe beſtimmen kann, zu welchem Geſchlechte die krumme Linie gehört. Dieſe Streifen ſcheinen zwar ein wenig mit den von Newton beobachteten hyperboliſchen Streifen übereinzukommen; dieſe Aehnlichkeit iſt jedoch nur ſehr entfernt.

3. *Anwendung auf die Neben-Regenbogen.*

Die Wiederholungen der Farben, die zuweilen in den gemeinen Regenbogen bemerkt werden, und

welche D. Langwith und Herr Daval in den *Philosophical Transactions* beschrieben haben, lassen sich ebenfalls leicht und vollständig aus denselben Grundsätzen erklären. D. Pemberton hat sich bemüht, eine Aehnlichkeit zwischen diesen Farben und den Farben dünner Scheiben zu zeigen: aber die unregelmässige Reflexion von der hintern Fläche des Tropfens, welcher er die Erscheinung ganz allein zuschreibt, muss sehr viel zu schwach seyn, um sichtbare Effecte hervorzubringen. Um diese Erscheinungen zu begreifen, dürfen wir blos auf die beiden Lichtbündel sehen, welche in den bekannten erklärenden Vorstellungen des Regenbogens angegeben werden, und welche von der hintern Fläche des Tropfens regelmässig reflectirt sich einander in verschiedenen Richtungen durchschneiden, bis sie unter dem Winkel der grössten Ablenkung mit einander zusammenfallen, wo sie, vermöge der grössern Dichtigkeit des verdoppelten Lichts, den gewöhnlichen Regenbogen für 41 Grade hervorbringen. Andere Theile dieser beiden Bündel verlassen den Tropfen nach Richtungen, die einander parallel sind, und diese verursachen eine fortgesetzte Verbreitung eines schwächern Lichts auf 25° innerhalb der hellen Grenze, welche den Regenbogen bildet, wiewohl nach dem allgemeinen Gesetze der Vermischung, welche, wie in andern ähnlichen Fällen, das Licht in concentrische Ringe vertheilt. Die Grösse dieser Ringe hängt von der Grösse der Tropfen ab, nach Maas-

gabe der Differenz der Zeit, welche die beiden Lichtbündel in ihrem Fortgange verwenden, die ſolchergeſtalt nach parallelen Richtungen in das Auge des Beobachters gelangen, nachdem ſie in dem Tropfen verſchiedentlich gebrochen und reflectirt worden ſind. Dieſe Differenz verändert ſich anfänglich beinahe wie das Quadrat der Entfernung in Graden von dem Hauptregenbogen; wenn aber das erſte Nebenroth ſich nur 2 Grad von dem Roth des Regenbogens entfernt befindet, daſs es ſich etwas mit dem Violet des erſten Regenbogens vermiſcht, ſo wird die vierte Nebenröthe in einer beinahe um 2 Grad gröſsern Entfernung erſcheinen, und die mittlern Farben werden einen dem erſten Regenbogen beinahe gleichen Raum einnehmen. Um dieſen Effect hervorzubringen, müſſen die Tropfen $\frac{1}{76}$ eines Zolls oder 0,013 im Durchmeſſer halten; ſie dürfen auch nur zwiſchen $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{80}$ Zoll betragen. Die Urſache, warum dergleichen Nebenregenbogen nicht öfterer geſehen werden, muſs in der Seltenheit des Ereigniſſes liegen, daſs Tropfen von beinahe gleicher Gröſse ſich neben einander befinden; daſs ſich aber dieſes zuweilen ereignen kann, dieſes iſt an ſich gar nicht unwahrſcheinlich. Wir meſſen ja auch die Medicin ab, indem wir ſie aus einem Glaſe tropfen laſſen, und man kann ſich leicht vorſtellen, daſs die von der Natur gebildeten Tropfen zuweilen eben ſo gleichförmig ſeyn können, als die durch Kunſt hervorgebrachten. Wie genau dieſe Theorie mit den Beobachtungen

übereintrifft, kann man am besten aus D. Langwith's eigenen Worten sehen.

„Den 21. August 1722 Abends halb 6 Uhr, bei gemäſsigter Witterung und nordostlichem Winde, war die Erscheinung folgende: Die Farben des ersten Regenbogens waren wie gewöhnlich, nur das Purpur näherte sich mehr dem Rothen und war gut begrenzt; unter diesem stand ein Bogen von Grün, dessen oberer Theil in ein helles Gelb und der untere in ein dunkleres Grün überging; unter diesem waren abwechselnd zwei Bogen von röthlich Purpur und zwei von Grün; und unter allen ein schwacher Schein eines andern purpurnen Bogens, welcher verschwand und verschiedene Mahl so geschwind wieder erschien, daſs wir fast nicht so geschwind sehen konnten. Solchemnach war die Ordnung der Farben 1) Roth, Orange, Gelb, Grün, hell Blau, dunkel Blau, Purpur; 2) lichte Grün, dunkel Grün, Purpur; 3) Grün, Purpur; 4) Grün, schwach verschwindender Purpur. Wir sehen hier vier Farbenreihen und vielleicht auch den Anfang einer fünften; denn ich bin überzeugt, daſs die Farbe, welche ich Purpur nenne, eine Mischung aus dem Purpur der obern und aus dem Roth der nähesten untern Reihe, und daſs das Grün eine Mischung der mittlern Farben gewesen sey. Bei dieser Beschreibung verlasse ich mich nicht ganz allein auf das Zeugniſs meiner Augen; denn es befanden sich ein Geistlicher und vier andere Herren in meiner Gesellschaft, die ich bat, auf die Farben

genau aufmerkſam zu ſeyn, und die alle übereinſtimmten, daſs die Erſcheinung ſo geweſen ſey, wie ich ſie jetzt beſchrieben habe. Es giebt hier zwei Umſtände, welche wohl verdienen bemerkt zu werden, da ſie uns vielleicht einigermaſsen auf die Auflöſung dieſer merkwürdigen Erſcheinung führen können. Der erſte iſt: daſs die Breite der erſten Reihe eine jede der übrigen ſo ſehr übertrifft, daſs, ſo viel man beurtheilen konnte, ſie allen den übrigen zuſammengenommen gleich war. Die zweite iſt: daſs ich niemals dieſelbe innere Farbenordnung in den untern Theilen des Regenbogens geſehen habe, ob ſie gleich oft viel lebhafter waren, als die obern Theile, wo ſich die Farben zeigten. Ich habe dieſelben ſo oft beobachtet, daſs ich ſie ſchwerlich als zufällig betrachten kann; ſollten ſie ſich aber allgemein als wahr zeigen, ſo würden ſie die Unterſuchung ſehr verkürzen: denn ſie würden zeigen, daſs dieſe Effecte von einer Eigenſchaft abhängen, welche die Tropfen beibehalten, ſo lange ſie ſich in der obern Luftregion befinden, die ſie aber verlieren, wenn ſie ſich herunterſenken und mehr mit andern vermiſcht ſind *).

Aus der Betrachtung der Natur eines Nebenregenbogens von 54° kann man ſchlieſsen, daſs, wenn einige ſolcher überzähligen Farben bei dieſem Regenbogen geſehen werden, ſie ſich auſserhalb deſſelben, ſtatt innerhalb, zeigen werden. Die

*) *Philoſoph. Trancact. of the Soc. of London.* Vol. 32. p. 243. *Y.*

Ringe, welche zuweilen den Schatten des Beobachters in einem Nebel umgeben, find vielleicht mit mehrerm Rechte mit den gewöhnlichen Farben dünner Scheiben, als mit den durch Reflexion gefehenen zu vergleichen.

4. Schlufsfolge in Anfehung der Natur des Lichts.

Der Verfuch des Grimaldi mit den büfchelförmigen Streifen innerhalb des Schattens ift, nebft verfchiedenen andern gleich wichtigen Beobachtungen deffelben, von Newton unbemerkt übergangen worden. Diejenigen, welche der Newton'fchen Theorie des Lichts, oder den Hypothefen neuerer Optiker, die eine noch engere Anficht haben, zugethan find, werden daher wohlthun zu verfuchen, ob fie irgend etwas entdecken können, das einer Erklärung diefer Verfuche ähnlich fiehet und das aus ihrer eignen Lehre entlehnt ift. Wenn ihnen aber diefes fehlfchlägt, fo mögen fie fich wenigftens des leeren Wortgepränges gegen ein Syftem enthalten, welches von der genauen Anwendung auf alle diefe Fälle und auf taufend andere von ähnlicher Art entlehnt ift.

Vermöge der vorausgefchickten Verfuche und Rechnungen wird es mir verftattet feyn, zu fchlieffsen, dafs gleichartiges Licht bei gewiffen gleichen Entfernungen in der Richtung feiner Bewegung mit entgegengefetzten Eigenfchaften begabt ift, welche fähig find, fich wechfelfeitig zu neutralifiren oder aufzuheben und das Licht da auszulöfchen, wo ihre

Vereinigung geschieht, und daſs dieſe Eigenſchaften bei concentriſch gebeugten Flächen abwechſelnd auf einander in Zwiſchenräumen erfolgen, welche für einerlei Licht, das durch einerlei Mittel gehet, beſtändig ſind. Aus der Uebereinſtimmung der Maaſse und aus der Aehnlichkeit der Erſcheinungen kann man ſchlieſsen, daſs dieſe Zwiſchenräume dieſelben wie bei Entſtehung der Farben an dünnen Platten ſind. Es erhellet aber aus den Newton'ſchen Verſuchen, daſs dieſe deſto ſchmäler ſind, je dichter das Mittel iſt; und weil man annehmen kann, daſs ihre Anzahl bei einer gegebenen Lichtmenge nothwendig unverändert bleiben muſs, ſo folgt, daſs ſich das Licht langſamer in einem dichtern als in einem dünnern Mittel bewege. Räumt man dieſes ein, ſo muſs man zugeben, daſs die Brechung nicht die Wirkung einer anziehenden, gegen ein dichteres Mittel gerichteten Kraft ſey. Die Vertheidiger der Wurftheorie des Lichts müſſen erwägen, welches Glied in dieſer Schluſskette ſie für das ſchwächſte halten; denn ich habe bis jetzt in dieſem Aufſatze keiner von den allgemeinen Hypotheſen den Vorzug gegeben. Allein, ſeitdem man weiſs, daſs ſich der Schall in concentriſchen Flächen verbreitet, und daſs die muſikaliſchen Töne aus entgegengeſetzten Eigenſchaften beſtehn, welche einander zu neutraliſiren und in gewiſſen gleichen Zwiſchenräumen, (die nach der Verſchiedenheit der Note verſchieden ſind,) auf einander zu folgen vermögen; ſo kann man mit

völliger Sicherheit schliessen, dass eine grosse Aehnlichkeit der Natur des Lichts mit der des Schalles Statt finden müsse.

Bei dieser Untersuchung habe ich mich nicht genöthigt gefunden, die Gegenwart eines solchen beugenden Mittels in der Nähe der dichtern Körper anzunehmen, als ich ehemals ihnen beizulegen geneigt war [oben S. 167.]; und bedenke ich die Erscheinungen der Abirrung des Lichts der Fixsterne, so bin ich geneigt zu glauben, dass der lichtbringende Aether die Substanz aller Körper mit wenig oder keinem Widerstande, vielleicht so frei durchdringt, als der Wind durch einen Wald fährt.

Die Bemerkungen über die Wirkungen der Diffraction und Vermischung können uns zuweilen in der Ausübung nützlich seyn, indem sie uns bei unsern Schlüssen über das Aussehen kleiner mit dem Mikroskop betrachteter Körper vorsichtig machen. Der Schatten einer Faser, wiewohl er dunkel ist, wird in einem Lichtpinsel, der durch eine kleine Oeffnung gefallen ist, allezeit etwas weniger dunkel in der Mitte seiner Breite, als an den Seiten seyn. Eine ähnliche Wirkung findet auch einigermassen in Ansehung des Bildes auf der Netzhaut Statt, und erregt eine Empfindung und eine Vorstellung von einer Durchsichtigkeit, welche nicht vorhanden ist. Wenn hingegen wirklich etwas Licht durch den Körper gehet, so wird dasselbe vermöge dessen Vermischung mit dem gebeugten Lichte sich verlieren und den Anschein einer par-

tiellen Dunkelheit, anstatt einer gleichförmigen Halbdurchsichtigkeit, hervorbringen. So kann ein dunkler Central-Fleck oder ein heller von einem dunkeln Kreise umgebener Fleck in den Bildern eines halbdurchsichtigen oder dunkeln Körperchen entstehen, und uns die Idee einer verwickelten Structur geben, welche nicht existirt. Um diese Täuschung zu entdecken, brauchen wir nur zwei oder drei Fasern quer über einander zu legen, oder eine Anzahl Kügelchen, die einander berühren, zu betrachten; noch ein wirksameres Hülfsmittel ist Veränderung der Vergrösserung; bleibt bei ihr das Aussehn desselben in Art und Grad, so können wir versichert seyn, dass es die Beschaffenheit der zu untersuchenden Materie wahr darstellt. Die Frage ist hiernach sehr natürlich: ob die Zeichnungen der *Blutkügelchen*, wie sie von Hrn. Hewson in den *Philosoph. Transact. for* 1773. Vol. 63. vorgestellt sind, einer Täuschung dieser Art unterworfen gewesen sind, oder nicht? So viel als ich bisher im Stande gewesen, diese Kügelchen zu untersuchen, habe ich sie mit einer Linse von $\frac{1}{30}$ Zoll Brennweite sehr nahe so gefunden, als sie Hr. Hewson beschrieben hat.

5. Bemerkungen über die Farben der Körper.

Versuch 5. Ich habe schon bei Erklärung der Newtonschen Vergleichung der natürlichen Farben der Körper mit den Farben dünner Platten, des D. Wollaston Beobachtungen über das blaue Licht des untern Theils der Lichtflamme angeführt, wel-

che durch ein Prisma besehen in fünf Theile getheilt erscheint *). Kürzlich habe ich einen ähnlichen noch deutlichern Fall beobachtet, an Licht, das durch blaues Glas, wie es von den Optikern verkauft wird, gegangen war. Dieses Licht wurde von dem Prisma in sieben verschiedene Theile getheilt, welche beinahe gleich groſs, aber gegen das violette Ende zu etwas breiter und weniger scharf begrenzt sind. Die ersten beiden Theile waren roth, der dritte gelblich grün, der vierte grün, der fünfte blau, der sechste blaulich violet, und der siebente violet. Diese Eintheilung kömmt sehr nahe mit der überein, wo das Licht von einer Luftplatte, die $\frac{1}{6840}$ eines Zolles Dicke hat, zurückgeworfen wird, welche der 11ten Reihe für Roth und der 18ten für Violet zugehört. Eine ähnliche Scheibe oxydirten Metalls würde vielleicht $\frac{1}{35000}$ eines Zolles Dicke haben. Doch muſs man gestehn, daſs wir groſse Ursach haben, im Allgemeinen die färbenden Theilchen der Körper noch für unvergleichbar kleiner zu halten, und wahrscheinlich ist die von Newton angegebene Analogie minder genau passend, als er glaubte. Das von einem Luftplättchen reflectirte Licht bey einer dem 11ten Roth beinahe zukommenden Dicke erscheint dem Auge sehr nahe Weiſs; jedoch ist das 11te Roth nebst den nachbarlichen Farben unter günstigen Umständen noch zu unterscheiden. Das Licht einiger Arten gefärbter Gläser ist rein roth; das von

*) *Annalen* Jahrg. 1809. *N. F.* B. 1. S. 415. G.

andern, roth mit etwas grün; andere halten alles Licht auf bis auf das äusserste rothe und das blaue. In dem blauen Lichte einer Lichtflamme, das durch ein Prisma ausgedehnt wird, erscheinen die Theile einer jeden Farbe kleiner und die dunkeln Räume zwischen ihnen mehr erweitert, als in dem ähnlichen Farbenbilde, das von dem von einer dünnen Scheibe reflectirten Lichte herrührt. — Das Licht des brennenden Alkohols scheint blos grün und violet zu seyn. Die Farbenbrühe, welche in den Läden verkauft und aus Safflor bereitet wird, giebt ein gutes Beispiel von einem gelbgrünen regelmäßig reflectirten Lichte und von einem Carmoisin, das wahrscheinlich mittelst des Durchlassens entstehet.

6. *Versuch über die unsichtbaren Lichtstrahlen Ritters.*

Versuch 6: Das Daseyn von Sonnenstrahlen, welche das Licht begleiten und brechbarer als die violetten Strahlen sind, und sich uns durch ihre chemischen Wirkungen geben, ist zuerst von Hrn. Ritter dargethan worden; doch hat D. Wollaston kurz nachher dieselben Versuche gemacht, ohne zu wissen, dass sie schon auf dem festen Lande angestellt worden waren *). Diese Strahlen scheinen sich ausserhalb der violetten Strahlen des prismatischen Farbenbildes in einen Raum auszubreiten, der beinahe dem mit Violet angefüllten Raume gleich ist. Um die Eigenschaften derselben mit

*) S. die dritte der diesem Aufsatze beigefügten Bemerkungen. G.

mit denen des fichtbaren Lichts beffer vergleichen zu können, war ich begierig, die Wirkungen ihrer Reflexion von dünnen Luftplättchen, welche die wohlbekannten Farbenringe hervorzubringen pflegen, zu unterfuchen. Zu diefer Abficht brachte ich mittelft eines Sonnenmikrofkops *), ein Bild von Farbenringen hervor, und liefs daffelbe auf ein Papier fallen, das ich in eine Auflöfung von falpeterfaurem (?) Silber getaucht hatte, und das von dem Mikrofkope etwa neun Zoll entfernt war. Während einer Stunde wurden Theile von drei dunkeln Ringen fehr deutlich fichtbar; fie waren fchmäler als die hellften Ringe des Farbenbildes und kamen in ihrer Breite fehr nahe mit den Ringen violetten Lichts überein, das durch Beihülfe eines violetten Glafes erfchien. Mir fchienen die dunkeln Ringe ein wenig fchmäler, als die violetten Ringe zu feyn; jedoch war der Unterfchied nicht grofs genug, um darüber gewifs zu werden, höchftens $\frac{1}{30}$ oder $\frac{1}{40}$ des Durchmeffers. Man darf fich nicht verwundern, dafs der Unterfchied fo klein ift, da die Breiten der Farbenringe an dem violetten Ende des Bildes fich niemals fo fchnell verändern, als an dem rothen Ende. Um diefen Verfuch mit einer gröfsern Genauigkeit anzuftellen, würde ein Helioftat nöthig feyn, weil die Bewegung der Sonne eine kleine Veränderung des Ortes des Bildes verurfacht, und Leder, das mit falzfaurem Silber ge-

*) Und des, in dem vorhergehenden Auffatze befchriebenen Apparats. *G.*

schwängert worden, würde den Erfolg mit mehr Genauigkeit angeben. Doch auch in diesem Zustande ist der Versuch hinreichend, die Aehnlichkeit der unsichtbaren mit den sichtbaren Sonnenstrahlen zu bestätigen, und zu zeigen, dass sie eben demselben allgemeinen Gesetze, welches der Hauptgegenstand dieser Abhandlung gewesen ist, unterworfen sind. Hätten wir hinlänglich feine Thermometer, so würden wir wahrscheinlich auf ähnliche Art in Ansehung der von D. Herschel entdeckten Wärme der unsichtbaren Strahlen noch mehr nutzbare Belehrungen erhalten; allein gegenwärtig hat man gegründete Ursache, an der Ausführung eines solchen Versuchs zu zweifeln.

Zusätze und Bemerkungen zu diesem Aufsatze

von

den HH. Lüdicke, Mollweide und Gilbert.

---

1. *Zusatz des Ueberfetzers.*

Diese mit vielem Scharfsinn geschriebene Abhandlung des Herrn Young habe ich mit Vergnügen übersetzt, ob sich gleich bei der Bestimmtheit und Kürze, in der sie geschrieben ist, einige Schwierigkeiten darboten, die ich überwunden zu haben hoffe. Der erste bewiesene Satz: dass die Farbenstreifen durch Vermischung zweier Lichtbündel hervorgebracht werden, stimmt mit dem von mir bewiesenen *) sehr nahe überein: dass nämlich die Farbenstreifen und das

*) Siehe *Annalen der Phys.* Jahrg. 1810. St. 2. od. 34. B. S. 235. *L.*

ganze prismatische Farbenbild von zwei Lichtstrahlen hervorgebracht werden, welche eine Beugung erlitten haben, und verschafft diesem Satze noch mehr Allgemeinheit. Der allgemeinere Satz wäre daher: Alle Farbenstreifen, sie mögen nach der ersten oder zweiten Beugung entstanden seyn, sind von zwei Lichtbündeln hervorgebracht worden.

Bei dieser Gelegenheit kann ich jedoch nicht unterlassen, zu bemerken: daſs die Sätze des Verfassers von der Vermischung zweier Lichtbündel und von den Differenzen der Längen der Bahnen in einer Allgemeinheit erscheinen, welche sie nicht haben können. Die Versuche, worauf sich diese Sätze gründen, sind durchgängig mit solchem Lichte angestellt worden, das durch kleine Oeffnungen gegangen, das also schon gebeugt worden war, und diese Lichtbündel, von den Rändern der Oeffnung an gerechnet, sind es, welche der Verfasser im Sinne haben kann. Daſs aber dieses an den Rändern der Oeffnung vorbeigegangene Licht von dem freien oder von dem innerhalb einer weiten Oeffnung hindurchgegangenen Lichte sehr verschieden sey, beweisen die Wirkungen mit Hülfe des Prisma, mit welchem jenes Farben, dieses aber einen weiſsen Raum darstellt *). Diese Bemerkung ist auch auf alle Versuche anzuwenden, welche von Newton an mit dergleichen Lichtstrahlen angestellt worden sind; und es ergiebt sich aus ihr, daſs die aus ihnen gezogenen Folgerungen nicht von dem Lichte überhaupt, sondern nur von dem gebeugten Lichte gelten können. *L.*

II. *Ein Paar Erläuterungen und Bemerkungen vom Prof. Mollweide in Leipzig.*

Die *büschelartigen Streifen*, deren Hr. Young im 2ten Versuche erwähnt, sind ohne Zweifel keine andern, als die, welche Grimaldi in seinem Werke über das Licht, die Farben und den Regenbogen Lib. I. Prop. I. nro. 16., und nach ihm Priestley in der Gesch. der Optik S. 137. beschreibt. Die Leser wer-

*) Siehe diese *Annalen* 36. B. S. 145. *L.*

den wohlthun, die 36ſte Fig. auf der Vten Platte beim Prieſtley zur Hand zu nehmen, um zu ſehen, was Young mit ſeiner Darſtellung eigentlich will.

Was die Berechnung des Unterſchiedes der Wege der Lichtportionen, durch deren Zuſammenkommen die den Schatten umgebenden Streifen gebildet werden ſollen, betrifft, ſo ſieht Young dabei die Oeffnung, durch welche das Licht eindringt, als die Spitze des eindringenden Lichtkegels an, welches freilich nicht in aller Schärfe richtig iſt, allein hier keinen beträchtlichen Fehler veranlaſſen kann. Er berechnet alsdann die Entfernung zwiſchen der Oeffnung und der Mitte eines hellen oder dunkeln Streifens, ferner die Entfernungen von der Oeffnung bis zu dem Rande des Gegenſtandes, und von da bis zur Mitte des vorhin in Betracht gezogenen Streifens: der Ueberſchuſs der Summe dieſer Entfernungen über jene, oder die Hälfte, das Drittel u. ſ. f., giebt ihm das, was er Interval des Verſchwindens nennt. Die Berechnung eines ſolchen ſtehe hier zur Erläuterung und zum Belege des Geſagten. Ich wähle dazu einen in der zweiten Tafel aufgeführten Verſuch Newton's.

Es ſtellt der um C als Mittelpunct beſchriebene Kreis ABAD (in Fig. 1. Taf. IV.) den Durchſchnitt des Haars vor, welches ich hier für einen geraden Cylinder nehme, deſſen Axe die Axe LE des durch die Oeffnung L eindringenden Lichtkegels unter rechten Winkeln ſchneidet, mit einer durch die Oeffnung L gelegten und auf die Axe des Haars ſenkrechten Ebene. HEH iſt der Durchſchnitt der auf LE ſenkrechten Ebene, womit der Schatten des Haars und die ihn begleitenden Farbenſtreifen aufgefangen werden. FF würde die Projection des Schattens ſeyn, wenn das Licht an den Rändern AA nicht abgelenkt würde. HH ſey die Breite zwiſchen den Mittellinien des zweiten Paars der hellen Streifen. Es iſt nun in dem von Newton und Young gebrauchten Maaſse eines engliſchen Zolls $LC = 144$, $AA = \frac{1}{280}$, alſo $AC = \frac{1}{560}$, $LE = 252$, alſo $CE = 108$, $HH = \frac{4}{17}$, mithin $EH = \frac{2}{17}$. Daraus ergiebt ſich zuförderſt

$$LH = \sqrt{(LE^2 + EH^2)} = \sqrt{(252^2 + (\tfrac{2}{17})^2)}$$
$$= 252,00002746196.$$

Ferner

$$LA = \sqrt{(LC^2 + CA^2)} = \sqrt{(144^2 + (\tfrac{1}{560})^2)}$$
$$= 144,00000001107.$$

Durch A ſey AG der LE parallel, ſo iſt $AG = CE$ und $EG = AC$, mithin $HG = \frac{2}{17} - \frac{1}{560} = \frac{1103}{9520}$ und hieraus

$$AH = \sqrt{(AG^2 + GH^2)} = \sqrt{(108^2 + (\tfrac{1103}{9520})^2)}$$
$$= 108,00006214744.$$

Demnach $LA + AH - LH = 0,00003469655$, wovon die Hälfte $= 0,00001734827$, wie Young bis zur 7ten Decimalſtelle hat.

Auf dieſelbe Weiſe werden alle übrigen Angaben Young's gefunden. Freilich hätten hierbei die Fälle ausgeſchloſſen bleiben ſollen, wo der Schatten nicht ſenkrecht auf die Projectionsebene fiel, wie in dem Verſuche der zweiten Tafel, wo die Projectionsebene 150 Zoll von der Oeffnung abſtand.

Was übrigens von Young's aufgefundenem Geſetze zu halten ſey, wird dem unbefangenen Leſer von ſelbſt klar werden, wenn er bemerkt, daſs, um jenes auf einer ziemlich willkührlichen Hypotheſe beruhende Geſetz zu retten, wiederum eine neue Hypotheſe herbeigezogen werden muſs. *M.*

III. *Einige Notizen, die Farben dünner Platten und die nichtſichtbaren Sonnenſtrahlen betreffend, von Gilbert.*

Der Unterſuchungen, welche Hr. Gibbs Walker Jordan vor einigen Jahren über die Beugung des Lichts und über die Farben dünner Platten angeſtellt hat, durch die er Newton's Theorie der Farben umgeſtoſsen zu haben glaubt, habe ich ſchon oben S. 255. gedacht. Seitdem hat ſich der groſse Aſtronom Herſchel der Unterſuchung der Farben dünner Platten unterzogen. *Verſuche, die Urſachen der farbigen Ringe, welche zwiſchen aneinander gedrückten Gläſern entſtehn, und ähnlicher Erſcheinungen zu erforſchen, von Herſchel,* ſtehn in den *Philoſ.*

Transact. for 1809 und 1810; und folgendes sagt von ihnen der Berichterstatter in den *Gött. gel. Anz.* Jahrg. 1812. St. 3.: „Herschel findet, dass, so verschieden auch Phänomene dieser Art seyn mögen, sie „sich doch sämmtlich aus den gewöhnlichen Gesetzen „der Brechung ableiten lassen, und zwar aus der Bre„chung, welche die Lichtstrahlen erleiden, wenn sie „aus einem Glase ausfahren, wobei manche Gattungen „des farbigen Lichts, nach Beschaffenheit des Einfalls„Winkels und des Brechungs-Verhältnisses, zurückge„worfen werden, indess die andern noch durchgehn. „Herschel nennt dieses *eine kritische Trennung „der verschiedentlich gefärbten Strahlen des Lichts,* „und wählt diese Erklärungsart statt der von New„ton so genannten *Anwandlungen, leichter zurück„geworfen oder leichter durchgelassen zu werden „(fits of easy reflection and easy transmission).*"

Von dem Dr. Wollaston sind Versuche, durch welche er nicht-sichtbare Sonnenstrahlen ausserhalb des Violets des prismatischen Farbenbildes, durch *chemische* Wirkungen aufgefunden zu haben glaubt, zuerst erwähnt worden in seiner Beschreibung einer neuen Methode, die brechenden und zerstreuenden Kräfte der Körper mittelst prismatischer Reflexion zu erforschen, welche in den *Philos. Transact. for* 1802, und kritisch bearbeitet von Hrn. Prof. Mollweide in diesen *Annalen* J. 1809. St. 3 u. 4, oder *N. F.* B. 1. S. 235 u. 398. erschienen sind; und zwar in einer Schluss-Anmerkung (*Ann.* am ang. Orte, S. 416.). Einige belehrende Bemerkungen über denselben Gegenstand, die er kurz darauf bekannt gemacht hat, sind in Deutschland unbekannt geblieben, und ich benutze diese Gelegenheit um so lieber, sie noch jetzt in den Annalen nachzutragen, da ich zugleich werde darthun können, dass die Einwirkung, die man diesen Sonnenstrahlen auf das salzsaure Silber zuschreibt, eine *oxygenirende,* und keineswegs eine *desoxydirende* ist, wofür Hr. Ritter und andre sie genommen hatten.

Auch wird hier die folgende Notiz von *nicht-gelungener Wiederholung der Herschel'schen Ver-*

suche über nicht-sichtbare wärmende Sonnenstrahlen, an der Seite des Roths des prismatischen Farbenbildes, durch einen der geschicktesten und eifrigsten Experimentatoren unter den deutschen Physikern, Hrn. Hofrath Böckmann in Karlsruhe, nicht an dem unrechten Orte stehn. Ich entlehne sie aus der am 11ten März 1811 geschriebenen Vorrede, welche Hr. Böckmann seiner von der königl. Societät der Wissenschaften zu Göttingen gekrönten Preisschrift, über die Erwärmung der Körper durch die Sonnenstrahlen, Karlsruhe 1811, 424 S. 8., vorangesetzt hat.

„Ich will hier noch einiges über Herschel's sichtbare und nicht-sichtbare Strahlen im Sonnenlichte vorläufig mittheilen, wenn ich auch gleich durch Ritter's sehr inhumane Aeusserungen gegen den Prof. Wünsch *) ziemlich schüchtern geworden bin. Im verflossnen Sommer hatte ich angefangen, die Herschel'schen Versuche zu wiederholen, da sie aber meinen Erwartungen nicht zu entsprechen schienen, so beschäftigte ich mich in der Folge mehr mit der Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht."

„Die zu den Herschel'schen Versuchen bestimmten Apparate waren von vorzüglicher Güte. Sie bestanden aus 16 chemischen Thermometern, aus 4 Leslie'schen und 1 Schmidt'schen Photometer, aus einigen Luftthermometern, 8 bis 10 Prismen, darunter eines von Bergkrystall, und aus den übrigen von Herschel angegebenen Apparaten. Ich benutzte dazu ein grosses Zimmer des physikalischen Kabinets, das gerade gegen Süden liegt, und sich ganz verfinstern läfst."

„In den vielen vorläufigen, mannigfaltig abgeänderten Versuchen ist es mir bisher nicht möglich gewesen, auch nur eine Spur von Herschel's nicht-sichtbaren Wärmestrahlen aufzufinden. Die verschiedenen prismatischen Farben wirkten auf jene Thermometer und Photometer nicht besonders stark; im Gelb,

*) In seinen Bemerkungen zu des Prof. Wünsch Abhandl. über die vermeinte Sonderung des Lichts der Sonnenstrahlen von der Wärme derselben, im Gehlen'schen Journal für Chemie etc. B. 6. S. 633. *B.*

Orange und Roth standen sie ungefähr nur um 1⅛ Grad Reaumür höher, als ausserhalb des Farbenbildes im Dunkeln."

„Ich habe mich aber auch überzeugt, dass Versuche dieser Art äusserst schwierig sind, wenn man zu ganz genügenden Resultaten gelangen will. Unter andern verändert die Sonne jeden Augenblick ihren Stand, sowohl in Hinsicht ihrer Höhe als ihres Abstands vom Meridiane, und dieses hat Einfluss auf das Farbenbild. Ferner ist es immer etwas unsicher bei starker Intensität der Farben, (wenn also die Farbenstreifen schmal sind,) die Thermometerkugel in die verlangte Farbe vollkommen zu bringen. Vielleicht könnte die verschiedene Wärme in den einzelnen prismatischen Farben auch daher rühren, dass solche erst aus den Körpern, auf welche jene Strahlen fallen, entwickelt wird."

„Bei einem meiner vorläufigen Versuche brachte ich eine reine, sehr durchsichtige Glastafel zwischen das Prisma und das Farbenbild, um durch sie die Wärmestrahlen zurückzuhalten, welche nach Herschel durch das Prisma aus dem Sonnenlichte abgesondert werden, da Glas die Wärme nur langsam durch sich hindurch läfst. Allein ich fand hierbei keinen besondern Unterschied in der Erwärmung der Thermometer in dem Farbenbilde."

„Ich bin indess weit davon entfernt, aus diesen vorläufigen Versuchen schon den Schluss zu ziehn, Herschel, ein Mann, auf den jeder Deutsche stolz ist, habe sich in seinen Versuchen getäuscht. Denn vielleicht könnte die Gestalt und die chemische Beschaffenheit der Prismen, deren er sich bedient hat, oder auch das Eigenthümliche des englischen Himmels kleine abweichende Resultate veranlasst haben."

So weit Herr Hofrath Böckmann.

G.

IV.

Ueber gewiſſe chemiſche Wirkungen des Lichts,

von

HYDE WOLLASTON, M. D., F. R. S.

Frei überſetzt mit einigen Bemerkungen von
Gilbert.

Hätte ich gewuſst, ſchrieb der D. Wollaſton im Aug. 1804 an Hrn. Nicholſon, daſs Sie im vorigen Stücke Ihres Journals Ritter's Verſuche über das Licht bekannt machen würden *), ſo würde ich Sie erſucht haben, einige Verſuche beizufügen, die ich über denſelben Gegenſtand angeſtellt habe. Nicht, um irgend eine Priorität in der Beobachtung von unſichtbaren Sonnenſtrahlen, welche chemiſche Wirkungen äuſsern, in Anſpruch zu nehmen; ich glaube, daſs wir beide ſehr nahe zu gleicher Zeit auf ſie gekommen ſind: ſondern in der Abſicht um Vorſicht in Beziehung auf die Theorie zu empfehlen, welche in der Bezeichnung dieſer Strahlen mit dem Ausdruck *desoxydirende* liegt.

In einer Anmerkung zu einem Aufſatze, den ich der königl. Societät mitgetheilt hatte (*Philoſ.*

*) Nach dem *Journ. d. Phyſ.* Dec. 1803, wohin ſie durch Hrn. D. Oerſtedt nach dieſen *Annal.* B. VII. S. 525. u. B. XII. S. 409. gekommen waren. *Gilbert.*

Transact. for 1802. p. 379. *) habe ich mit Fleiſs die Kraft, welche die allerbrechbarſten Sonnenſtrahlen auf ſalzſaures Silber ausüben, mit dem allgemeinen Ausdruck *chemiſche* bezeichnet; nicht allein, weil es zweifelhaft iſt, ob ſie in andern Fällen eine entſprechende Wirkung äuſsern möchten, ſondern weil ich *damals* die folgenden Verſuche gemacht hatte, welche beweiſen, daſs dieſelben Strahlen, welche ein Entweichen von Sauerſtoff aus dem ſalzſauren Silber bewirkten, ein Verſchlucken deſſelben in dem Harze, das gewöhnlich Guajac genannt wird, erzeugen **). Ich hielt ſie damals zurück, weil ſie mir für den Hauptgegenſtand der

*) In dieſen *Annalen* J. 1809, *N. F.* B. 1, S. 418, wo dieſe Anmerkung als Anhang mit einer Ueberſchrift ſteht, welche nicht von Hrn. Wollaſton herrührt. *Gilbert.*

**) Daſs auch das Schwarzwerden des ſalzſauren Silbers im Sonnenlichte auf *kein Desoxydiren* (wie Ritter fälſchlich geglaubt hatte), ſondern auf Entweichen von Salzſäure und dadurch bewirktes Hervorſtechen des Silberoxyds beruht, haben ſeitdem die HH. Berthollet und Bucholz in dieſen Annalen N. F. B. I. S. 208. darzuthun geſucht. Das Erſte haben ſie, wie es mir ſcheint, genügend dargethan; nicht ſo das Letztere, wobei ſie ſelbſt das Mangelhafte in ihrer Erklärung gefühlt zu haben ſcheinen. Der wahre Hergang der Sache läſst ſich in der That auch erſt jetzt erklären, nachdem wir durch Davy's unvergleichliche Forſchungen die wahre Natur der Salzſäure und der ſalzſauren Verbindungen kennen gelernt haben; wie es mir hier mit wenig Worten nachzuweiſen erlaubt ſey. Nur feuchtes Hornſilber wird im Sonnenlichte ſchwarz; ein Beweis, daſs hierbei das Waſſer eine Rolle ſpielt. Nun aber hat Hr. Davy ſehr wahrſcheinlich gemacht, daſs das Hornſilber eine Verbindung von oxygenirter Salzſäure (ſeiner *Chlorine*) mit metalliſchem Silber iſt (dieſ. Band d.

Untersuchung zu wenig bedeutend zu seyn schienen, und weil ich ihnen durch Versuche mit andern Substanzen mehr Werth zu geben hoffte.

Haben diese Strahlen die Kraft, Sauerstoff aus dem salzsauren Silber auszutreiben, so könnte an der Volkssage, dass die Sonne Feuer auszulöschen strebe, vielleicht mehr Wahrheit seyn, als man glaubt, da jene Strahlen, wenn sie sich der Absorption des Sauerstoffs widersetzten, das Verbrennen retardiren

Annal. S. 74.), wenn daher feuchtes Hornsilber in das Sonnenlicht gebracht wird, so muss hiernach der Hergang folgender seyn: Es entsteht eine Wasserzersetzung, die Chlorine bemächtigt sich des Wasserstoffs des Wassers und wird damit zu gewöhnlichem salzsauren Gas, und das Silber verbindet sich mit dem Sauerstoff des Wassers zu Silberoxyd, dessen Farbe bekanntlich schwarz ist. Dieses scheint der Grund zu seyn, warum, wie die HH. Berthollet und Bucholz bemerkt haben, bei diesem Processe stets Salzsäure entweicht. Das Schwarzwerden ist dann aber kein Freywerden von schon vorhandnem Silberoxyd, sondern ein Bilden von Silberoxyd aus metallischem Silber, also ein Process der *Oxygenirung*, keineswegs der *Desoxydirung*, für welche Hr. Ritter ihn nahm. Das Chemische in dieser Wirkung der Sonnenstrahlen auf das Hornsilber würde diesem zu Folge ganz mit dem, was Herr Wollaston bei dem *Guajac* beobachtet hat, übereinstimmen; und giebt es nicht-sichtbare Strahlen auf der Seite des Violets, auf welche diese Wirkung beruht, so müssten das *oxygenirende nicht-sichtbare Sonnenstrahlen*, und keineswegs *desoxydirend* seyn. Umgekehrt geht aus dieser Auseinandersetzung, und aus der schönen Harmonie, die sie in die Versuche mit Guajac und mit Hornsilber bringt, wenn ich nicht irre, eine Bestätigung der Ansicht hervor, welche Davy von der Natur der Salzsäure gefasst hat, und von seiner eben so einfachen als interessanten Lehre von der Chlorine und ihren Verbindungen. *Gilbert.*

würden. Diesem zu Folge habe ich verschiedene Versuche mit mehrern Körpern im Zustande langsamen Verbrennens gemacht, doch ohne irgend eine wahrnehmbare Bestätigung dieser Hypothese zu erhalten.

Ich habe ferner Versuche über die Einwirkung des Lichts auf einige blaue Pflanzenfarben, welche durch Verbindung mit Sauerstoff verändert werden, und mit denselben zuvor gerötheten Farben angestellt; aber auch hier gelang es mir nicht, irgend eine Wirkung an einer der beiden Gränzen des prismatischen Farbenbildes gewahr zu werden.

Ich nahm nun *Guajac*, welches am Lichte, wie ich längst wusste, eine grüne Farbe annimmt; dass indess hierzu die Gegenwart der Luft wesentlich nöthig ist, davon habe ich mich auf folgende Art überzeugt. Ich legte ein kleines Stück Guajac zwischen zwei Glasplatten und erhitzte sie, da sie denn in einem kreisrunden Fleck von 1½ Zoll Durchmesser in ihrer Mitte zusammengekittet wurden. In diesem Zustande setzte ich sie im Sommer 3 Wochen lang dem Sonnenscheine aus; in der Farbe des Guajacs ging aber nicht die geringste Veränderung vor. — Ich trennte darauf die Platten mit Gewalt, legte die eine an einen dunkeln Platz, wo aber die Luft freien Zutritt zu ihr hatte, und liess auf die andre, ohne sie zu bedecken, die Mittagssonne einwirken. Das Guajac auf dieser letztern wurde in 5 Minuten merklich grün, und nahm in wenig Stunden die volle Farbe an, deren es fähig ist; während

das Guajac auf der erstern in mehrern Monaten seine Farbe nicht im geringsten änderte.

Da aus den neusten Versuchen wahrscheinlich wird, dass nicht der ganze Sonnenstrahl an dieser Wirkung Antheil hat, so suchte ich zu bestimmen, welcher Theil desselben hier der wirksame ist. Ich löste zu dem Ende Guajac in Alkohol auf, wusch eine Karte mit der Tinktur, und brachte sie dann in verschiedene Theile des gewöhnlichen prismatischen Farbenbildes; dieses brachte aber nicht die geringste Veränderung auf ihr hervor. Ich musste daher auf Mittel denken, die Kraft des Farbenspectrums zu verstärken.

Eine Glaslinse von 7 Zoll Durchmesser wurde mit einer Papierscheibe beklebt, deren Halbmesser um $\frac{1}{10}$ kleiner als der der Linse war. Es blieb folglich ein prismatischer Glasring unbedeckt, der ein 22 Zoll langes, kreisförmiges Prisma darstellte, welches vermöge seiner Kreisgestalt jede der Farben nach Willkühr in einen Brennpunkt vereinigen, oder ein ringförmiges Farbenbild von jedem beliebigen Durchmesser darstellen konnte, und diese durch blosse Veränderungen des Abstands der Linse von der Wand, auf der man die Farben auffing. Bei kleinen Abständen war, wie natürlich, der äussere Rand des Farbenspectrums roth, der innere violet; bei 24½ Zoll Entfernung war der Brennpunkt am glänzendsten erleuchtet; in grössern Entfernungen wurde das Spectrum wieder ringförmig,

mit verkehrter Farbenfolge wie zuvor, indem nun violet zu äuſserſt und roth zu innerſt war.

Die Wirkung des Lichts auf ſalzſaures Silber wurde durch dieſen Apparat ſehr beſchleunigt. In kleinern Entfernungen als 22¼ Zoll entſtand auf der mit ſalzſaurem Silber bedeckten Fläche ein Ring; in 22¼ Zoll Entfernung ein dunkler runder Fleck, und ungefähr in 23 Zoll Entfernung ſchien der Focus der hierbei wirkſamen Strahlenarten zu ſeyn, da in ihr der Fleck am kleinſten war; in 23½ Zoll Abſtand iſt der Fleck gröſser, in 24¼ Zoll Abſtand wird er wieder ein Ring, der bis nach dem Mittelpuncte ſchattirt iſt; in 24½ Zoll Abſtand aber bleibt der Mittelpunkt vollkommen weiſs (es ſey denn, man habe das Papier befeuchtet), ungeachtet er ſtark erleuchtet wird. Es iſt mir indeſs nicht geglückt, in irgend einer Lage dem ſalzſauren Silber ſeine weiſse Farbe wieder zu geben, nachdem es einmahl durch Einwirkung der am wenigſten brechbaren Farben war gefärbt worden, mochte dieſes auch noch ſo ſchwach ſeyn.

Nichts deſto weniger beweiſen die folgenden Verſuche mit *Guajac* deutlich, daſs die Kräfte der beiden Enden des Farbenſpectrums nicht blos verſchieden, ſondern entgegengeſetzt in ihren chemiſchen Wirkungen ſind.

Mit Guajac-Tinctur beſtrichnes Papier wurde in kleine Stücke geſchnitten, von denen ich einige dem Sonnenſchein ausſetzte, bis ſie vollkommen grün geworden waren; die übrigen verwahrte ich

vor dem Lichte, bis ich sie zu den Versuchen heraus nahm. Zuerst suchte ich die Brennweite derjenigen Strahlen auszumitteln, welche in der kürzesten Zeit das dunkelste Grün gaben; ich fand sie ungefähr 23 Zoll. In kleinern Entfernungen war die gefärbte Oberfläche größer und bläſſer; und in 22½ Zoll Entfernung entstand ein grüner Ring mit farbenlosem Mittelpunkte. In größeren Entfernungen als 23 oder 23½ Zoll, wurde die gefärbte Oberfläche ebenfalls breiter, aber viel bläſſer, als bei gleichem Abstande vom Focus dieſſeits, so daſs in 24¼ Zoll Entfernung, welches die Haupt-Brennweite der Erleuchtung ist, sehr wenig oder gar keine Wirkung in 1 Minute (der Zeit, die zu den andern Versuchen gedient hatte) erfolgte. Es war folglich hieraus offenbar, daſs in dieser Lage, der chemischen Wirkung der brechbarsten Strahlen (welche nun jenseits ihres Focus divergirten) durch eine entgegengesetzte eben so mächtige Kraft der am wenigsten brechbaren Strahlen, (die ihren Focus noch nicht erreicht hatten) entgegen gewirkt wurde.

Da es mir wahrscheinlich dünkte, daſs die Kraft, welche in einem Fall Farben-Entstehung verhinderte, gehörig angebracht, dieselbe Farbe, wenn sie hervorgebracht war, wieder aufheben würde, so brachte ich nun in das verdichtete Farbenspectrum, in verschiednen Abständen von der Linse, Guajac-Papier, das zuvor im Sonnenlichte gleichförmig grün geworden war. Ich fand nun

einen zweiten Brennpunkt in einem Abstande von beinahe 25¼ Zoll, in welchem die grüne Farbe vollkommen aufgehoben, und das Guajac zu seiner blaſsgelben Farbe zurück gebracht wurde.

Da die Wirkungen in diesem Fall nothwendig die entgegengesetzten als in dem vorigen seyn müssen, so ist es unnöthig, die Abänderungen derselben bei Veränderung der Entfernungen umständlich zu beschreiben. Der gelbe Kreis wurde in gröſsern Entfernungen breiter, und in 25⅞ Zoll Abstand blieb der Mittelpunkt grün, und war von einem gelben Ring umgeben, der nahe mit dem rothen und orangefarbenen innern Rand des ringförmigen Farbenspectrums zusammentraf.

Als ich nachher diesen Versuch in kohlensaurem Gas wiederholte, erhielt ich blos eine Bestätigung meiner vorigen Meinung von der Ursache, der diese Farben-Veränderung zuzuschreiben sey, und keine neue Belehrung. Das Guajac lieſs sich in diesem Gas in keiner Entfernung von der Linse grünen, wurde aber im Focus der rothen Strahlen sehr schnell vom Grün zu Gelb zurückgebracht.

Da die Wiederaufhebung der Farbe in dem Hauptfocus der Wärme Statt fand, so war es wünschenswerth, auszumitteln, ob die Gegenwart des Lichtes, oder der Umstand der Strahlung, einen Einfluſs auf die Beförderung dieser Wirkung hatte. Ich bestrich daher ein Stück Papier mit Guajac-Tinctur, und nachdem es am Sonnenlichte völlig grün geworden war, drückte ich es auf der hintern

Seite mit einem an einer Lichtflamme heiſs gemachten ſilbernen Löffel; dabei verſchwand das Grün eben ſo ſchnell als in dem Focus der Sonnenhitze.

Dieſer Verſuch könnte überflüſſig ſcheinen. Bevor man aber nicht wird erklärt haben, warum die Wärme, welche die Sonnenſtrahlen begleitet, durch die Subſtanz durchſichtiger und durchſcheinender Körper hindurchdringt, indeſs die ſtrahlende Wärme eines Feuers kaum Kraft genug hat, in die allerdurchſichtigſten Körper einzudringen, ſondern hauptſächlich nur die Oberfläche angreift und da nur langſam in die innern Theile geleitet wird, darf keine Vorſicht in Beziehung auf einen Gegenſtand, von dem wir noch ſo wenig wiſſen, für überflüſſig gehalten werden.

V.

Versuche über den Einfluss der Elektricität auf das Blut und auf den Athmungsprocess,

von

Gustav Schübler

Med. Dr. zu Stuttgart *).

So vieles auch seit der Entdeckung der Elektricität über ihre Wirkungen auf den thierischen Körper geschrieben ist, so finde ich doch nirgends etwas Genügendes über den Einfluss der elektrischen Luft auf den Athmungsprocess. Um diesen bisher vernachlässigten Theil der Physiologie des thierischen Körpers so viel wie möglich aufzuhellen, stellte ich die folgende Reihe von Versuchen an. Dass sie den Gegenstand nicht erschöpfen, gestehe ich gern zu; doch glaube ich die Resultate derselben dem Publikum vorlegen zu müssen; vielleicht

*) Mit Vergnügen lege ich dem Leser diese zusammengedrängte aber doch vollständige Bearbeitung der Inaugural-Dissertation des Verfassers vor, welche er zu Tübingen geschrieben und unter Hrn. Prof. von Kielmeyer im Mai 1810 vertheidigt hat. Der fleissige und scharfsinnige Gebrauch, den er von Davy's Erfahrungen und Ansichten, und überhaupt von diesen Annalen gemacht hat, schienen mir, selbst abgesehen von der Sorgfalt, die er auf diese Versuche gewendet hat, diese Auszeichnung zu verdienen.

Gilbert.

finde ich in Zukunft selbst Gelegenheit diesen Gegenstand weiter auszuführen.

ERSTE ABTHEILUNG.

Verhältnisse der Elektricität gegen das Blut.

Ich glaubte zuvor das Blut, dessen Umwandlung aus dem venösen in den arteriösen Zustand eine Folge des Athmungsprocesses ist, in seinen Verhältnissen zur Elektricität näher untersuchen zu müssen, und mich dann erst an Erforschung des Einflusses der Elektricität auf diesen wichtigen Act wagen zu dürfen. Zu allen diesen Versuchen wurde frisches Menschenblut genommen, wie es noch warm aus den geöffneten Venen gesunder Menschen abgezapft worden war.

1. *Coagulation des Bluts im elektrischen Zustande.*

Einem gesunden jungen Manne wurde eine Vene des Arms geöffnet in einem geschlossenen Zimmer, bei 6°,3 R. Wärme, und aus ihr wurden 6 Unzen Blut abgelassen, welche ich in 2 gleiche irdene Gefäfse vertheilte, so dass jedes 3 Unzen enthielt. Das Blut war von gewöhnlicher Farbe und Dichtigkeit und von gesunder Beschaffenheit. Das in dem einen Gefäfse enthaltene Blut konnte mittelst eines am Boden desselben befestigten Stanniolstreifens von dem Leiter einer grossen Elektrisirmaschine, deren erster Leiter 3 Zoll lange Funken gab, anhaltend in elektrischem Zustande erhalten werden. In der Mitte jedes Gefäfses waren empfindliche correspon-

dirende Queckſilberthermometer befeſtigt, um die Temperatur-Veränderung des eben gerinnenden Bluts beobachten zu können. Beide Gefäſse wurden in Ruhe hingeſtellt, waren ganz unbedeckt und die atmoſphäriſche Luft hatte vollkommen freien Zutritt. Das eine wurde nun zuerſt durch die Elektriſirmaſchine anhaltend in dem *poſitiven* elektriſchen Zuſtand erhalten, das andere wurde nicht elektriſirt.

Die Temperatur des Bluts war im Anfang des Verſuchs in beiden Gefäſsen + 24° R. *). Schon in wenigen Minuten zeigte ſich eine Temperatur-Differenz; das unelektriſche Blut zeigte anhaltend eine höhere Temperatur, und das elektriſche erkaltete auffallend früher. Im Coaguliren konnte ich in den erſten 8 Minuten keinen Unterſchied bemerken; das Blut ſchien beides noch flüſſig zu ſeyn, obgleich es ſchon 1½° kälter geworden war. Aber nach 15 Minuten hatte das unelektriſche Blut ein Häutchen, und färbte den Finger bei der Berührung nicht mehr; es coagulirte offenbar. Das elektriſche Blut war indeſs noch flüſſig, und färbte noch den Finger: die Temperatur-Differenz war jetzt am gröſsten und betrug gegen 3 Grade. Nach 20 Minuten war das unelektriſche Blut deutlich geronnen und hatte ſchon hie und da einiges Serum ab-

*) Friſches Venenblut hat zwar im Moment, wo es aus der Vene gelaſſen wird, eine höhere Temperatur, von 31° R., es verſtrich aber immer einige Zeit, ehe der Verſuch angefangen werden konnte. *S.*

geschieden, und das elektrische Blut fing nun auch an, ein Häutchen zu bekommen, war jedoch deutlich flüssiger, und noch immer 2 Grade kälter, als das unelektrische. Nach 25 Minuten stellte sich die Coagulation des elektrischen Bluts immer deutlicher ein, und nach 30 Minuten war es ebenfalls ganz coagulirt, und färbte bei der Berührung nicht mehr; jedoch war der Blutkuchen noch etwas weniger fest, als bei dem unelektrischen Blute; die Temperatur-Differenz betrug immer noch 2 Grade. Nach 35 Minuten zeigte sich ebenfalls auf der Oberfläche des elektrischen Bluts wasserhelles Serum abgeschieden. Die Temperatur-Verschiedenheit wurde zwar immer geringer, doch blieb das unelektrische Blut über 2 Stunden lang immerfort wärmer, als das elektrische, wie sich aus dem folgenden Detail der Beobachtungen ergiebt.

Zeit vom Anfang des Versuchs an	Temperatur des Bluts		Differenz der Temperatur.
	des elektrischen	des unelektr.	
Minut.	24° R.	24° R.	0
5	19,4	20,1	0,7
10	15,5	17,3	1,8
15	13,3	15,2	2,9
20	11,2	13,7	2,5
25	10,6	12,8	2,2
30	10,0	12,0	2,0
35	9,1	11,0	1,9
40	7,7	9,5	1,8
45	6,9	8,7	1,8
50	6,6	8,3	1,7
55	6,2	7,9	1,7
1 St —	5,8	7,4	1,6
5	5,4	7,0	1,6
10	5,3	6,8	1,5

Nach 2 Stunden 10 Minuten wurde der Versuch abgebrochen; und die Temperatur des elektrischen Bluts stieg nun auf die des unelektrischen. Das elektrische Blut war also während des Elektrisirens bedeutend kälter. In der Coagulation liess sich am Ende des Versuchs für das Gefühl und das Auge keine Verschiedenheit mehr bemerken. Den folgenden Tag hat-

15	5,2	6,6	1,4
20	5,1	6,5	1,4
25	5,0	6,3	1,3
30	4,9	6,1	1,2
35	4,9	6,0	1,1
40	4,9	5,9	1,0
45	4,8	5,8	1,0
50	4,8	5,7	0,9
55	4,8	5,6	0,8
2 St.	4,8	5,5	0,7
5	4,8	5,4	0,6
10	4,8	5,4	0,6

Temper. der umgeb. Luft = 6,2° R.

ten auch beide Blutkuchen ein helles Serum abgetrennt, und der Blutkuchen von beiden schien fest zu seyn.

Diese Beobachtungen über das schnellere Erkalten des elektrischen Bluts wurden einige Mahl bei den in der Folge zu erwähnenden Versuchen mit Elektricität wiederholt, welche aus Spitzen durch die Luft auf das Blut überging, und das schnellere Erkalten zeigte sich hier in noch höherem Grade sowohl bei *positiver* als bei *negativer* Elektricität. Die umgebende Luft war bei diesem ersten Versuche mehr feucht als trocken, wodurch die Elektricität leicht vom Blut in die Luft anhaltend übergehen konnte; dieser Umstand ist, wie in der Folge erhellen wird, wohl zu berücksichtigen. Auch bei den folgenden mit Blut angestellten Versuchen war die Differenz der Temperatur des elektrischen und nicht elektrischen Bluts jedesmal am stärksten zwischen 15 und 20 Minuten, gerade da, wo das nichtelektrische Blut am deutlichsten seinem coagulirten Zustande zueilte, während das langsamer gerinnende elektrische Blut anhaltend kälter bleibt.

So sehr man auch verleitet werden könnte,

diese gerade während der Coagulation am stärksten sich zeigende Temperatur-Differenz der während des Coagulirens frei werdenden Wärme zuzuschreiben, so zeigten jedoch sogleich folgende mit reinem Wasser angestellte Versuche, dass dem Coaguliren wahrscheinlich der geringste Antheil davon zuzuschreiben ist.

Ich füllte in jedes von zwei gleichen Gefässen 3 Unzen erwärmtes Wasser, erhielt das eine durch eine gegen die Oberfläche des Wassers gerichtete 3 Zoll entfernte Spitze anhaltend in dem elektrischen Zustande, und setzte das andere zur Vergleichung daneben; in beiden waren correspondirende empfindliche Thermometer.

Zeit vom Anfang des Versuchs an	Temperatur des Wassers		Differenz der Temperatur
	des elektrischen	des unelektr.	
Min.	27,3	27,3°	0
5	20,4	21,8	1,4
10	16,3	19,4	3,1
15	13,5	17,1	3,6
20	11,0	14,8	3,8
25	9,7	13,7	4,0
30	8,7	12,5	3,8
35	7,9	11,6	3,7
40	7,0	10,2	3,2
45	6,5	9,4	2,9
50	6,0	8,6	2,6
55	5,7	7,9	2,2
60	5,3	7,3	2,0
1 St. 5	5,0	6,9	1,9
10	4,5	6,3	1,8
30	4,0	5,5	1,5
50	3,5	4,5	1,0
2 St.—	3,5	4,0	0,5
10	3,5	4,0	0,5

Temper. der Luft = 4,5° R.

Nach 2 St. 10′ wurde der Versuch geendigt, indem sich nun die Temperatur nicht mehr weiter erniedrigte. Das schnellere Erkalten des elektrischen Bluts zeigte sich, das Gefäss mochte isolirt oder unisolirt seyn, jedoch stärker im unisolirten Zustande, wahrscheinlich weil dann ein anhaltenderer Uebergang der Elektricität Statt findet. Wurde das Wasser blos in das elektrische Bad gesetzt, so waren die Differenzen um vieles geringer, und bei einer sehr trockenen, die Elektricität wenig leitenden Luft und schwacher Elektricität würden diese Unterschiede vielleicht ganz verschwinden.

Diese Temperatur-Erniedrigung unter die des umgebenden Mediums und unter die des zur Seite stehenden Wassers, könnte sehr leicht zu dem Gedanken verleiten, dass eine vermehrte Wärmecapacität theils des elektrischen Wassers, theils der darüber stehenden Luft, (die etwa dadurch veranlasst wurde, dass das Wasser und die Luft durch die Elektricität in einen expandirten Zustand geriethen,) möge die Ursache dieser Kälte-Erzeugung seyn. Dass aber eine solche Expansion und dadurch vermehrte Wärmecapacität nicht Statt finde, überzeugten mich die folgenden beiden Versuche:

Ich brachte in ein gläsernes mit einem Barometer versehenes Gefäss 12 Unzen atmosphärische Luft, und liess durch eine in die Wand des Glases eingekittete Spitze eine Viertelstunde lang Elektricität in diese Luft einströmen, konnte aber nicht die geringste Vermehrung des Volumens bemerken, obgleich jede Annäherung an das gläserne Gefäss eine deutliche Ausdehnung durch die mitgetheilte Wärme zur Folge hatte, und die Empfindlichkeit des Apparats bewies. Ich füllte dasselbe Gefäss mit Wasser, und elektrisirte es eine Viertelstunde lang, konnte aber wiederum keine Vermehrung des Volumens bemerken.

Zwei Gefässe mit Wasser, mit correspondirenden Thermometern versehn, hatten mehrere Stunden ruhig in meinem Zimmer gestanden; die Temperatur der Luft war + 14,2° R.; die des Wassers

in beiden Gefäſsen + 13,2° R. [indem das Waſſer immer durch die anhaltende Ausdünſtung kälter als die darüber befindliche Luft iſt]. Ich lieſs nun auf das eine die Elektricität übergehen *), auf das andere nicht, und beobachtete folgendes:

Zeit vom Anfang des Verſuchs an	Temperatur des Waſſers		Differenz der Temperatur
	des elektriſchen	des unelektriſ.	
0	13,2	13,2	0
2	13,0	13,2	0,2
4	12,8	13,2	0,4
6	12,6	13,2	0,6
8	12,5	13,2	0,7
10	12,3	13,2	0,9
12	12,2	13,2	1,0
14	12,1	13,2	1,1
16	12,1	13,2	1,1
18	12,0	13,2	1,2
20	12,0	13,2	1,2
22	12,0	13,2	1,2
25	12,0	13,2	1,2
30	12,1	13,2	1,1
40	12,4	13,2	0,8
60	12,7	13,2	0,5
1 St. 30′	13,2	13,2	0

Temper. der Luft = 14, 2°

Die Temperatur des Waſſers erniedrigte ſich ſogleich, ſobald zu elektriſiren angefangen wurde, und fiel 18 Minuten lang, dann blieb ſie ſtehen. Das Waſſer war nun 2°,2 R. kälter, als das umgebende Medium, und 1°,2 kälter, als das unelektriſirte Waſſer. Nach 30 Min. wurde zu elektriſiren aufgehört, und nun erhöhte ſich die Temperatur des elektriſchen Waſſers langſam wieder; jedoch verſtrich eine volle Stunde, bis es die Temperatur des unelektriſirten Waſſers nach und nach wieder erhielt.

Ich brachte nun über daſſelbe Waſſer eine dünne Oelſchichte, und fing auf's Neue zu elektriſiren an, konnte aber in 15 Minuten nicht die geringſte Temperatur-Eerniedrigung bemerken.

Dieſer Verſuch ſchien ſehr dafür zu ſprechen, daſs eine Vermehrung der Ausdünſtung durch das

*) Zu dieſen und den nächſt folgenden Verſuchen wurde eine Scheibenmaſchine angewandt, welche $1\frac{1}{2}$ Zoll lange Funken gab, die E. war immer die poſitive, und der zu elektriſirende Körper ſtand unter einer Spitze, welche die El. ausſtrömte, 3 Zoll von ihr entfernt. G.

Elektrisiren die Hauptursache des schnellern Erkaltens des elektrisirten Wassers sey, denn hier wurde die Ausdünstung durch das Oel gehemmt. Das Oel konnte jedoch als ein schlechter Wärmeleiter auch hier wieder eine Täuschung veranlassen. Ich wiederholte daher sogleich diesen Versuch mit 2 Gefäfsen mit Quecksilber, und auch in ihnen wurde durch das Elektrisiren keine weitere Erniedrigung der Temperatur hervorgebracht.

Durch diese und einige sogleich zu erwähnende Versuche mit festen Körpern überzeugte ich mich, dafs die Ursache des Erkaltens des Bluts und Wassers unter die Temperatur des umgebenden Mediums und des zur Seite stehenden Wassers, in einer unter diesen Umständen *durch das Elektrisiren vermehrten Ausdünstung* zu suchen sey *).

Schon glaubte ich aus diesen Versuchen muthmafsen zu können, dafs auch das schnellere Erkalten des erwärmten Wassers und Bluts vorzüglich dadurch veranlafst werde, dafs die bei höherer Temperatur ohnediefs stärkere Ausdünstung durch Elektricität noch vermehrt werde; dafs jedoch die Ausdünstung hier blos einen Theil der Ursache nicht

*) Ich habe versucht den Verlust durch diese Ausdünstung durch feine Waagen zu finden; in einem flachen Gefäfse verloren 380 Gran Wasser in 6 Stunden 10 Gran, bei einer Temperatur der Luft von 14,3° R., in 1 Stunde verlor also das Wasser durch die Ausdünstung 1,66 Gran. Ich lies darauf bei derselben Temperatur und auf derselben Stelle auf eine gleiche Quantität Wasser 2 Stunden lang Elektricität übergehen, und nun verlor es in dieser Zeit 5 Gran, also in 1 Stunde 2,5 Gran Wasser. *Sch.*

aber die Hauptsache sey, hiervon überzeugten mich sogleich folgende Versuche:

Ich füllte 2 gleiche Gefäße, jedes mit 4 Loth reinem *Quecksilber*, und setzte correspondirende Thermometer in dessen Mitte; das Quecksilber war bis auf 32° R. erwärmt; die Temperatur der umgebenden Luft betrug 13,7° R. Das eine Gefäß wurde wie zuvor elektrisirt, das andere nicht.

Zeit vom Anfang der Versuchs an	Temperatur des Quecksilbers		Differenz der Temperatur
	des elektrischen	des unelektr.	
Min.	32°	32	0
1	28,5	29,4	0,9
2	26,2	28,0	1,8
3	24,0	26,4	2,4
4	22,3	25,1	2,7
5	21,1	24,1	3,0
6	20,0	23,1	3,1
7	19,0	22,2	3,2
8	17,5	21,0	3,5
9	17,0	20,5	3,5
10	16,5	20,0	3,5
11	16,1	19,5	3,4
12	15,7	19,0	3,3
13	15,4	18,6	3,2
14	15,3	18,1	2,8
15	15,1	17,7	2,6

Nach 15 Minuten wurden die Differenzen zwischen dem elektrisirten und nicht elektrisirten Quecksilb. immer geringer; und nach ¼ Stunde standen beide auf 13,2°, welche Temperatur übrigens das Elektrisirte weit früher erreicht hatte; die Temperatur des umgebenden Mediums war 13,7° R.

Erwärmtes *Oehl* zeigte beim Elektrisiren ebenfalls ein früheres Erkalten, ob es sich gleich unter die Temperatur des umgebenden Mediums nicht erniedrigte.

Um mich zu überzeugen, daß in diesen beiden Fällen nicht etwa die in höherer Temperatur vermehrte Ausdünstung mit im Spiel sey, füllte ich sogleich dieselben Gefäße mit feiner *Eisenfeile*, die vorher gehörig durchglüht war, so daß sie gewiß

keine Feuchtigkeit enthielt; erwärmte beide bis 60° R. und liefs fie nun langfam erkalten. Als beide die Temperatur von 35° R. erreicht hatten, fing ich das eine zu elektrifiren an, und beobachtete nun folgendes:

Zeit vom Anfang des Verfuchs an	Temperatur der Eifenfeile		Differenz der Temperatur
	der elektrifchen	der unelektr.	
0	35	35	0
1	32,8	33,1	0,3
2	30,2	31,2	1,0
4	27,1	28,3	1,2
6	24,7	26,4	1,7
8	22,1	24,2	2,1
10	21,0	23,0	2,0
12	19,8	21,8	2,0
14	18,9	20,9	2,0
16	18,0	20,0	2,0
17	17,7	19,5	1,8
18	17,5	19,1	1,6
30	14,0	14,0	0

Temper. der Luft = 14° R.

Nach 8 Minuten erreichte alfo die Differenz der Temper. ihr Maximum, und fie wurde dann immer geringer; die elektrifche Eifenfeile erkaltete zuerft; ein Sinken unter die Temperatur des umgebenden Medium's zeigte fich hier nie.

Um diefe Verfuche fo einfach als möglich anzuftellen, liefs ich die Kugeln zweier gröfsern und gleichen *Thermometer* (von 5 par. Linien Durchmeffer) mit einer metallenen, die Wärme leitenden Belegung verfehen, erwärmte beide im warmen Sande bis auf 45° R., und als fie fich beide wieder bis auf 34° R. erkaltet hatten, fing ich an das eine zu elektrifiren.

Zeit vom Anfang des Versuchs an	Temperatur des elektrischen	Temperatur des unelektrischen	Differenz der Temperatur
	34	34	0°
½	28,9	31,7	2,8
1	24,3	29,2	4,9
1½	21,0	27,7	6,7
2½	18,4	24,5	6,1
3½	16,5	22,2	5,7
4	15,8	21,2	5,4
5	15,4	19,7	4,3
6	14,9	18,6	3,7
7	14,7	17,8	3,1
8	14,5	17,2	2,7
9	14,4	16,5	2,1
10	14,3	16,2	1,9
12	14,2	15,6	1,4
14	14,2	15,2	1,0
17	14,1	14,8	0,7
25	14,1	14,4	0,3
33	14,1	14,1	0

Temper. der Luft = 14°,1

Das elektrisirte Thermometer sank äusserst schnell; schon in 1½ Minute stand es 6,7° Grade tiefer, als das unelektrische, und dieses war das Maximum der Differenz; schon nach 17 Minuten hatte es wieder die Temperatur des umgebenden Mediums von 14°,1 erreicht, unter die es nicht weiter herabsank; das unelektrisirte Thermometer erhielt diese Temperatur erst nach 33 Minuten.

Ich wiederholte diesen Versuch einigemal, und immer zeigte sich die grösste Differenz sogleich in den ersten Minuten; sie war in höhern Temperaturen beträchtlicher und zeigte sich noch, doch schwächer, wenn die Thermometerkugel mehrere Zolle von der die Elektricität ausschickenden Spitze entfernt war; eine Entfernung, in der für das Gefühl nicht der geringste elektrische Wind mehr zu bemerken war, obgleich das Elektrometer die übergehende Elektricität noch deutlich anzeigte.

Das *Resultat* der bisherigen Untersuchungen wäre dieses: „*Feste* und *flüssige* Körper erkalten schneller, wenn Elektricität anhaltend auf sie übergeführt wird. Die Temperatur *fester* erwärmter

Körper ſinkt ſchneller als im unelektriſchen Zuſtand bis auf die des umgebenden Mediums herab; unter die Temperatur dieſes Mediums ſinken ſie nicht. *Queckſilber* und *Oehle*, wahrſcheinlich alle Flüſſigkeiten, die nur wenig ausdünſten, zeigen daſſelbe; ſie erkalten elektriſirt ſchneller, ſinken aber nicht unter die Temperatur des umgebenden Medium's. *Waſſer* und *Blut*, wahrſcheinlich alle leicht ausdünſtende Flüſſigkeiten, erkalten nicht nur ſchneller, ſondern ſinken auch noch bedeutend unter die Temperatur des umgebenden Mediums herab."

Ich *erkläre* mir dieſe Erſcheinungen folgendermaſsen: Bei feſten erwärmten Körpern wird die Wärme, welche in dem Körper angehäuft iſt (theils in Verbindung mit der Elektricität *), theils indem ſie ſich der umgebenden Luft mittheilt und dieſe wahrſcheinlich durch den anhaltenden Strom der Elektricität häufiger erneuert wird), ſchneller in das umgebende Medium übergeführt, und in dieſem vertheilt. Im bloſsen elektriſchen Bad ohne ein anhaltendes Einſtrömen der Elektricität zeigt ſich daher die Erſcheinung nicht, oder wenigſtens

*) Ich hätte ſehr gewünſcht dieſe Verſuche unter gleichen Glasglocken im vollkommenen Vacuum anſtellen zu können, wobei aber freilich das für Wärme und Elektricität iſolirende Glas wohl zu berückſichtigen wäre. Würde ſich auch hier das ſchnellere Erkalten zeigen, ſo wäre man dann vollkommen berechtigt eine chemiſche obgleich ſchwache Verbindung zwiſchen Elektricität und Wärme anzunehmen. *Sch.*

weit schwächer, vorzüglich bei feuchter Luft und starker Elektricität, wo immer ein Ausströmen der Elektricität statt findet. Bei leicht ausdünstenden Flüssigkeiten, wie Blut und Wasser, kommt hiezu noch, als eine zweite Ursache, vermehrte Ausdünstung und dadurch entstehende Kälte. Die Ausdünstung selbst wird wahrscheinlich durch die Elektricität dadurch vermehrt, dass sie die sich über dem Wasser ansammelnden Dünste schneller in das umgebende Medium zerstreut und wegführt.

Auf diese Wirkungen der Elektricität scheinen sich *mehrere Erscheinungen* zu reduciren, wie z. B. das Gefühl von Kälte, wenn Elektricität auf den thierischen Körper überströmt, die Bildung von Schlossen, die Kälte nach Gewittern, und vielleicht noch viele Erscheinungen in der grossen Natur; vorzüglich wenn man bedenkt, in welcher ungeheuern Stärke und wie anhaltend oft die natürliche Elektricität in unserer Atmosphäre vorhanden ist, wobei die Wirkungen, die sich hier nur bei schwacher Maschinen-Elektricität zeigten, sich bis ins Unermessliche vermehren und auf die verschiedenste Art abändern können.

Die oben erwähnte langsamere Gerinnung des elektrischen Bluts wird sich nun, nachdem diese Sätze vorausgeschickt sind, auf folgende Art erklären lassen. Es ist eine schon längst vorzüglich durch Hewson *) beobachtete Erscheinung, dass die

*) Siehe *Hewson*, *Experimenta de sanguine* 7, 8, 4, 24, 26, 5. Sch.

Coagulation des Bluts durch die Wärme beschleunigt, durch die Kälte aber verzögert wird. Nothwendig wird also auch hier die durch die Elektricität entstehende Kälte ein langsameres Coaguliren des Bluts zur Folge haben müssen; doch könnte vielleicht die Elektricität auf das frische mit Vitalität noch begabte Blut zugleich eine unmittelbare Einwirkung haben.

2. *Einfluss der frei in die atmosphärische Luft ausströmenden Elektricität auf das Blut.*

Eine nicht weniger auffallende Erscheinung als die, von der ich bisher gehandelt habe, zeigte mir frisches Venenblut, wenn ich die Elektricität auf folgende Art auf dasselbe einwirken liess.

Ich nahm, wie im vorigen Versuch, 2 gleiche Gefässe mit frischem Venenblut, und empfindlichen Thermometern darin, setzte das eine unter eine messingne Spitze, 6 Zoll von ihr entfernt, verband diese mit dem grossen Leiter einer Elektrisirmaschine, deren Cylinder 1 Fuss im Durchmesser und 1½ Fuss in der Länge hatte und die bei diesem Versuch 4 Zoll lange Funken gab*), und liess aus ihr anhaltend *positive* Elektricität auf das Blut ausströmen. Die Temperatur des Zimmers war + 6,3° R. In den ersten 20 Minuten verhielt es sich in allem, wie in den vorigen Versuchen. Nach 25 Minuten war das nicht elektrische Blut deutlich coagulirt, und hatte

*) In einem zweiten Versuche betrug diese Entfernung 3 Zolle mit demselben Erfolg. *Sch.*

eine speckige Kruste, wovon sich keine Spur auf dem der Elektricität ausgesetzten fand, welches noch deutlich den Finger roth färbte, und dessen Temperatur wiederum schneller als im unelektrischen Blut abnahm. Die Erscheinung blieb sich so gleich, nur schien mit Fortsetzung des Versuch's das Blut immer mehr in einen zersetzten Zustand überzugehen. Als nach 2 St. 10 Min. das nichtelektrische Blut vollkommen coagulirt war, und wasserhelles Serum abgetrennt hatte, wurde zu elektrisiren aufgehört, und die Blutmasse näher untersucht. Die Oberfläche des Bluts hatte eine schwache arteriöse Röthe, wie jedes frische Venenblut, das einige Zeit der freien atmosphärischen Luft ausgesetzt wird, nur daſs es auf seiner Oberfläche kein Serum angesammelt hatte; berührte man es mit dem Finger, so blieb an diesem jedesmal ein Blutstropfen hängen, der jedoch kein homogenes Venenblut war, sondern aus dreierlei zu bestehen schien; 1) aus weniger oxydirten hellrothen Blutkügelchen (von der Oberfläche des Bluts) und 2) etwas trübem schwärzlich röthlichem Serum; in welchem 3) schwarze Blutkügelchen theils noch deutlich enthalten, theils schon aufgelöst waren. Die tiefern Schichten des Bluts waren deutlich geronnen. Das Blut wurde nun ruhig in beiden Gefäſsen über Nacht stehen gelassen. Den folgenden Tag hatte sich eine *Placenta* gebildet; auf der Oberfläche war zwar kein Serum abgetrennt, hingegen deutlich in der Tiefe; der Blutkuchen war in Verglei-

chung mit dem des nicht elektrisirten Bluts weniger fest coagulirt; die Oberfläche war oxydirt, jedoch mehr breyartig wie eine Gelée. Dieser Versuch wurde zweimal im isolirten und im nicht isolirten Zustande angestellt, und bestätigte sich vollkommen. Im letzten Zustande schien die Zersetzung der Blutmasse stärker zu seyn, als im erstern, wahrscheinlich, weil im nicht isolirten Zustande ein anhaltender Uebergang von Elektricität auf das Blut statt findet, welches im isolirten nicht in dem Grade der Fall ist.

Dieser Versuch wurde nun mit *negativer* Elektricität wiederholt. Die Stärke der Elektricität war ganz dieselbe, wie sich durch das Laden elektrischer Flaschen und Quadrantenelektrometer zeigte; auch gab der erste Leiter eben so starke Funken als beim vorigen Versuche. Die Temperatur der umgebenden Luft und alle übrige Umstände waren ebenfalls dieselben. In den ersten 20 Minuten zeigte sich hier dieselbe Erscheinung wie bei der positiven Elektricität; das unelektrische Blut hatte deutlich zu gerinnen angefangen, das elektrische noch nicht. Nach 25 Minuten fing aber auch das elektrische Blut an zu coaguliren, zwar langsamer als das unelektrische, doch hatte sich ein deutliches Häutchen gebildet; und nach 35 bis 40 Minuten konnte man fast keinen Unterschied zwischen beiden Blutportionen mehr bemerken; selbst das elektrische hatte schon wasserhelles Serum auf seiner Oberfläche abgetrennt. Auch bei diesem Versuche

war das elektrische Blut anhaltend kälter. Nach 2 Stunden wurde der Versuch beendigt. Das Blut war in beiden Gefäsen vollkommen geronnen, und zeigte einen speckigen Blutkuchen und wasserhelles Serum. Beide Gefäse blieben die Nacht über in Ruhe stehn, und beide Blutmengen hatten den folgenden Tag einen für Gefühl und Gesicht ganz gleichen Blutkuchen gebildet. Auch dieser Versuch wurde zweimal wiederholt, und zeigte sich vollkommen bestätigt.

Diese grosse Verschiedenheit in der Erscheinung bei positiver und negativer Elektricität war mir um so auffallender, da sonst beide Elektricitäten fast bei allen Versuchen an organischen und unorganischen Körpern bei näherer Prüfung ganz ähnliche Resultate geben *), ob sich gleich nach der frühern Franklin'schen Theorie so grosse Differenzen hätten erwarten lassen. Eine Wasserzersetzung durch Elektricität konnte diese Verschiedenheiten wohl nicht verursachen, da diese immer durch beide Elektricitäten ganz auf dieselbe Weise geschieht, und überdiess auf diese Art immer beide Wasserformen zugleich erscheinen. Eine Säurebil-

*) Ob Cuthbertson's erst vor einigen Jahren angestellter Versuch hiervon eine Ausnahme mache, wäre erst noch näher zu untersuchen. Er elektrisirte 2 metallene Kugeln, die eine positiv, die andere negativ; beide Kugeln standen 4 Zoll von einander; in die Mitte zwischen beide Kugeln stellte er ein brennendes Licht; die positiv elektrisirte Kugel blieb anhaltend kalt, während die negativ elektrisirte anfangs warm und zuletzt ganz heiss wurde. S. diese *Annalen* B. 24. S. 115. *Sch.*

dung durch den vermehrten Absatz von Sauerstoff aus der darüberstehenden Luft wird nur bei sehr starker Elektricität beobachtet, und fand hier ebenfalls nicht Statt, wie folgender Versuch beweist.

Es wurde in jedes von 2 gleichen gläsernen Gefäsen, die jedes 12 Pariser Kubikzoll atmosphärische Luft von 0,21 Sauerstoffgehalt (nach einem genauen Volta'schen Eudiometer) enthielten, bei einer Temperatur von 4°,3' R. gleiche Quantitäten frisches Venenblut gebracht, das darin mit 5 Quadratzoll Oberfläche stand, und beide wurden durch aufgeklebte Glasscheiben luftdicht verschlossen. In das eine dieser Gefäse ging von oben her eine metallene Spitze hinein, und durch diese liess ich 2 Stunden lang anhaltend positive Elektricität einströmen. Die Oberfläche beider Blutmassen war am Ende dieser Zeit deutlich geröthet, und das elektrische Blut zeigte dieselbe Verschiedenheit von dem unelektrischen Blute, wie vorhin. Die Gefäse wurden unter Wasser geöffnet und die Luft sogleich im Volta'schen Eudiometer geprüft; beide Luftmengen enthielten noch 0,21 Sauerstoffgas, wie am Anfang des Versuchs. Die Zeit von zwei Stunden schien zu kurz zu seyn, als dass die deutlich anfangende Oxydation des Bluts schon eine für das Eudiometer bemerkbare Abnahme in dem Sauerstoffgehalt der Luft bewirkt haben konnte *).

*) Priestley beobachtete die Verminderung der Lebensluft durch die Oxydation des Bluts auf folgende Art. Er brachte Venenblut unter eine Glasglocke mit atmosphäri-

Es bleibt uns nun nichts andres übrig, als anzunehmen, dafs unter den Bestandtheilen der Blutmasse selbst, durch die auf sie übergehende Elektricität, chemische Aenderungen vorgehen müssen *). Und sollte sich aus den bisher angeführten Erscheinungen nicht muthmaſsen lassen, daſs durch die überströmende positive Elektricität aus den Bestandtheilen des Bluts, unabhängig von der umgebenden Luft, eine widernatürliche Säure gebildet werde, wie dieses schon in der Säftemasse des thierischen Körpers in einzelnen Fällen Statt findet **); worauf sich vielleicht auch das so leichte Sauerwerden der Milch während Gewitter reduciren liefse. Durch eine solche chemische Aenderung könnten dann auch leicht die Cruor-Kügelchen des Bluts zersetzt und aufgelöst werden.

Um jedoch nicht blos bei Hypothesen stehen zu bleiben, wiederholte ich dieselben Versuche mit einer *Voltaschen Säule*, mittelst der am deutlichsten, unabhängig von der umgebenden Luft, die in

scher Luft, setzte den Versuch 24 Stunden lang fort und wechselte das Venenblut zu mehrern Malen. *Sch.*

*) Dafs die Elektricität auf die chemischen Veränderungen organischer Körper von grofsem Einflufs sey, dieses erweisen vorzüglich Achard's Versuche, nach denen die Elektricität die Gährung der Vegetabilien und die Fäulnifs animalischer Körper so sehr beschleunigt. Siehe Magazin für das Neueste aus der Physik, von Lichtenberg. Gotha 1785. Bd. 3. S. 30. *Sch.*

**) Siehe Fourcroy *Système des connoissances chimiques Paris An.* IX. Tom. IX. pag. 95. *Sch.*

der Blutmasse selbst vorgehenden chemischen Aenderungen beobachtet werden konnten.

Frisches eben aus einer Vene gelassenes Blut wurde in ein flaches Gefäss gebracht; mit der Oberfläche desselben setzte ich die stumpfen Enden zweier Eisendrähte, so dass sie 1 Zoll von einander entfernt blieben, in Berührung, und verband diese Drähte mit den beiden Polen einer zur Seite stehenden galvanischen Säule, die folglich durch das eben coagulirende Blut geschlossen wurde, und durch dieses einen anhaltenden Strom galvanischer Elektricität hindurch schickte. Die Säule bestand aus 74 Plattenpaaren Zink und Silber von 13 Pariser Linien Durchmesser; die Temperatur des Zimmers war 11°,4 R. Von dem Moment an, wo die Kette geschlossen worden, zeigten sich um den *negativen* Pol Luftbläschen, welche sich immer mehr anhäuften, und alle mit einem scharlachrothen Rande des übrigens dunkeln Venenbluts umgeben waren. Am *positiven* Pol zeigte sich in den ersten Minuten noch nichts, und erst nach einigen Minuten bildete sich um ihn ein deutlicher dunkler Ring, der in kurzem auffallend schwärzer wurde, als das ihn zunächst umgebende Venenblut; von einer Röthe, wie am negativen Pol, zeigte sich keine Spur *). Uebrigens war das Blut noch flüssig und fing erst

*) In einem zweiten mit Platinadrähten angestellten Versuch bildete sich an diesem positiven Pol zugleich Lebensluft, es konnte aber wiederum keine arteriöse Farbe des Bluts bemerkt werden. *Sch.*

nach 10 bis 12 Minuten an, wie gewöhnlich, deutlich zu coaguliren, nach 30 Minuten hatte sich ein deutlicher Blutkuchen gebildet. Um den negativen Pol häuften sich immer mehr Luftbläschen an, mit einer scharlachrothen Umgebung; der schwarze Kreis am positiven Pol nahm ebenfalls immer an Breite und Farbe zu. Der Blutkuchen adhärirte an den Wänden des Gefäſses, doch nicht an dem positiven Drahte *), den dunkles blutiges Serum zu umgeben schien; an dem negativen Draht verhinderten die ihn umgebenden Luftblasen die Beobachtung. Nach 50 Minuten wurde der Versuch abgebrochen. Der schwarze Kreis am positiven Pol hatte 2, der röthliche am negativen Pol 4 Pariser Linien im Durchmesser. Ich lieſs nun das Serum an dem dem positiven Pol entsprechenden Rande des Gefäſses abflieſsen; es hatte eine dunkle schwärzlich röthliche Farbe, und schien schwarze Blutkügelchen aufgelöst zu enthalten, während sich in einem zur Seite stehenden Gefäſs mit demselben Blute wasserhelles Serum abgetrennt hatte. Als darauf der ganze Blutkuchen auf eine Glastafel gebracht wurde, so daſs alles Serum abflieſsen konnte,

*) In einem zweiten Versuche, wo durch ein Versehen die Enden der Drähte zu weit unter die Oberfläche des Bluts hinunterragten, wurde das Blut auf der Oberfläche um den Draht herum blos schwarz, ohne aufgelöst zu werden. Erst als ich nach Beendigung des Versuchs den Blutkuchen quer durchschnitt, konnte ich den zersetzten Zustand des Bluts an der Stelle, wo sich der Draht unter der Oberfläche des Bluts geendigt hatte, beobachten. *Sch.*

zeigte sich um den positiven Pol selbst eine Vertiefung von 2 Linien eingefressen, von dunkelschwarzem Grunde, während an dem negativen Pol nur eine kaum merkliche Vertiefung an der ganzen Stelle, wo vorher die Luftbläschen standen, zu bemerken war. Die Farbe des Bluts hatte sich um den negativen Pol nur unmerklich verändert; erst nach 1¼ Stunden, (da sich zufälliger Weise durch ein geöffnetes Fenster die Temperatur des Zimmers um 4° R. erniedrigt hatte,) wurde in wenigen Minuten der den negativen Pol umgebende Kreis hell scharlachroth, während der übrige Blutkuchen sich gleich blieb, und auf seiner übrigen Oberfläche nur schwach durch die anfangende Oxydation geröthet war. Die Vertiefung am positiven Pol war anhaltend dunkelschwarz. Nach 1¼ Stunden verlor sich die scharlachrothe Farbe des negativen Pols wieder, und nahm eine dem übrigen Blutkuchen fast gleiche Farbe an.

Es ist merkwürdig, dass diese Erscheinungen durch die galvanische Säule nur bei *ganz frischem* Blute erfolgen; versäumt man diesen ersten Zeitpunct und lässt das Blut vorher gerinnen, so ist alles anders. Am negativen Pol zeigen sich zwar wieder die Luftbläschen, aber keine Spur von Röthe; das Blut wird hier vielmehr dunkelschwarz, wahrscheinlich durch ein sich hier ansammelndes flüchtiges Alkali, vielleicht auch blos durch den Wasserstoff, der hier anders als bei dem ersten Versuch einwirken könnte; wenigstens färben flüch-

tiges Alkali und Wasserstoffgas jedes Blut schwarz. Am positiven Pol zeigt sich keine eigentliche Zersetzung des Bluts; der Blutkuchen wird nur schwarz, wahrscheinlich durch eine sich hier ansammelnde Säure, indem jedes geronnene Blut auch ausser der galvanischen Kette durch Säuren schwarz wird.

Die bei frischem Blute sich zeigenden Erscheinungen scheinen sich mir auf folgende Art zu erklären: An dem positiven Pole fanden Ansammlungen von Sauerstoff und von Säure, und an dem negativen Bildung von Wasserstoffgas und Ansammlung von Alkali Statt. Der Sauerstoff wurde am positiven Pole sogleich von dem Eisen verschluckt *); die Säure konnte die immer Eisen enthaltende Blutkügelchen sehr leicht auflösen und zersetzen, schien jedoch diese Wirkung erst nach einiger Zeit äussern zu können, indem das Serum des Bluts immer freies Mineralalkali enthält, und dieses zuerst gegen den negativen Pol hinübergeführt werden musste **); erst nach einigen Minuten fing daher die schwarze Farbe am positiven Pol an merklich zu werden.

*) In einem zweiten mit Platinadrähten angestellten Versuch bildete es sich in Luftform; alle übrige Erscheinungen waren dieselben. *Sch.*

**) Dieses stimmt vollkommen mit Davy's Versuchen überein, nach denen immer am positiven Pol eine Ansammlung aller im galvanischen Strom sich findenden Säuren und ein Zurückstossen aller Alkalien Statt findet, während sich am negativen Pol alle Alkalien ansammeln und alle Säuren entfernen. Siehe *Gilbert's Annalen* 1808. 28. Bd. S. 28. *Sch.*

Die schwarze Farbe selbst und der zersetzte Zustand des Bluts lässt sich durch jede dem Blut in einigem Grad zugesetzte Säure auf gleiche Art darstellen, und das schwärzlich absliessende Serum entspricht ganz dieser Erklärung. Am negativen Pol entwickelte sich Wasserstoffgas, zugleich aber musste dort eine Ansammlung aller im galvanischen Strom befindlichen alkalischen Theile (vorzüglich des im Blute vorhandnen freien Mineralkali) und ein Entziehen und Zurückstossen alles Sauerstoffs und aller Säuren Statt finden, und daher die scharlachrothe Farbe *) neben den Luftbläschen; denn beide fixe Alkalien färben, in Wasser aufgelöst, jedes Venenblut roth, jedoch so, dass diese rothe Farbe in kurzem sich verliert und ins Bräunliche übergeht. Hieraus scheint sich zu erklären, warum nicht der ganze den negativen Pol umgebende Kreis während des Versuchs scharlachroth wird, sondern nur jedesmal die Peripherie, die sich immer mehr vom Centrum des negativen Pols aus erweitert. Selbst im thierischen Körper scheint die Blutmasse auf ähnliche Art durch chemische Mischungsänderungen polarisch entgegengesetzte Entmischungen zu zeigen; im Winter und bei scorbutischen Krankheiten zeigt oft das Venenblut eine dunkle Schwärze, welche wahrscheinlich den durch abnorme Oxyda-

*) Die Ursache, warum beim schon coagulirten Blute diese rothe Farbe nicht mehr erscheint, liegt wahrscheinlich darin, weil das freie Mineralalkali vorzüglich im Serum des Bluts enthalten ist, dieses aber bei dem coagulirten Blute grösstentheils ausgeschieden ist. *Sch.*

tion sich trennende, auf die Blutmasse einwirkende Sauerstoff veranlasst, während im Sommer bei Faulfiebern, beim gelben Fieber, Krankheiten, in denen Wasserstoff vorherrscht, oft selbst das Venenblut eine scharlachrothe Farbe erhält. Eben so zeigen Thiere, welche man einer stärkern Hitze aussetzt, als ihre natürliche ist, ein hellrothes Venenblut, während sie in einer solchen Hitze weniger Lebensluft durchs Athmen einziehen.

Vergleicht man diese mit der galvanischen Elektricität, mit obigen mit der gemeinen Elektricität angestellten Versuche, so ergeben sich sogleich einige nicht zu verkennende Aehnlichkeiten. Am positiven Pol fand bei beiden eine Zersetzung des eben gerinnenden Bluts Statt; nicht so am negativen Pol, obgleich es wahrscheinlich ist, dass auch hier zuletzt Zersetzung (vermuthlich auf entgegengesetzte Art entstehend) eintreten werde. Die nähere Ursache suche ich darin, dass die immer Eisen enthaltenden Blutkügelchen zu Säuren eine grössere Affinität als zu den Alkalien besitzen, und also leichter von ihnen zerstört werden, als von den Alkalien, die ohnediess im Blut immer frei vorhanden sind. Sollten diese Versuche nicht darauf hinweisen, dass auch hier bei der gemeinen Elektricität ein ähnliches Zurückstossen und Anziehen und Bilden von Luftarten, Alkalien und Säuren Statt findet, wie bei der galvanischen Elektricität, wie das schon längst in andern Fällen durch die Versuche des Dr. Wollaston und anderer bewährt

worden ist. Es konnte hier gegen die Spitze, welche positive Elektricität ausströmte, eine Tendenz des immer im Blute in einigem Grade vorhandenen Sauerstoffs Statt haben, und durch diesen dem Blut entzogenen Sauerstoff der Mangel an Gerinnbarkeit eintreten, indem Sauerstoff immer die Coagulation befördert. Gegen die Spitze, welche negative Elektricität ausströmte, strebte dagegen Wasserstoff hin, indess von ihr der Sauerstoff im Blute zurückblieb, und daher möchte das Blut auf der negativen Seite gerinnen. Zugleich konnte durch die positive Elektricität die Ansammlung einer Säure veranlasst und dadurch der Cruor aufgelöst werden, während das durch die negative Elektricität sich ansammelnde Alkali auf die (ohnediess immer freies Mineralalkali enthaltende) Blutmasse diese schädliche Einwirkung nicht hatte. Dass letzteres die Hauptursache sey, wird durch den mehr zersetzten Zustand des Bluts, durch die Galvanischen Versuche, und durch den oben angeführten eudiometrischen Versuch wahrscheinlich, wo keine Verminderung des Sauerstoffgehalts über dem Blute gefunden werden konnte *).

*) [Herr D. Schübler schrieb mir von Stuttgart aus, am 20. Mai 1811, folgendes, welches ich hier als Anmerkung beifüge. G.] Die vorläufige Nachricht vom Herrn Prof. Grindel in Dorpat, dass er durch Galvanismus Blut erzeugt habe, hat mir in Wien Veranlassung gegeben, einige meiner hier beschriebenen Versuche in Gegenwart anderer Chemiker zu wiederholen. Hr. Baron v. Jacquin hatte die Güte, mir zu diesem Zweck eine der stärksten

ZWEITE ABTHEILUNG.

Versuche über den Einfluss der Elektricität auf den Athmungsprocess.

Es ist eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung, dass Personen mit etwas empfindlichem Nervensystem bei Annäherung eines Gewitters eine gewisse Bangigkeit und Beengung im Athmen bekommen. Diese Erscheinung scheint anzuzeigen, dass die Elektricität auf irgend eine Art auf den Athmungsprocess einen Einfluss habe, und die während der Respiration vorgehenden chemischen Processe vielleicht abändere.

Das einfachste, um hierüber Aufschluss zu erhalten, war also wohl, Thieren elektrische Luft

galvanischen Säulen zu verschaffen, nämlich die des Hrn. Apothekers Moser, der Ihnen als Chemiker bekannt ist; sie bestand aus 70 Zink- und Kupferplatten von 14[illegible] Quadratzoll Oberfläche. Die Erscheinungen bei frischem Menschenblut waren der Hauptsache nach dieselben, wie ich sie schon früher beschrieben hatte, nur mit dem Unterschiede, dass sich die Farbenveränderungen des Bluts weit schneller, und vom ersten Moment der Einwirkung der Säule an zeigten. Hr. Baron v. Jacquin und Hr. Moser sind ganz mit meiner Erklärungsart übereinstimmend, dass die so auffallend und scheinbar widersprechende Erscheinung der rothen Färbung am negativen Pol durch das sich hier ansammelnde Natron; die Schwärze am positiven Pol dagegen durch die sich dort ansammelnde Säure verursacht werden. Wir haben den Versuch auch mit reinem Natron wiederholt, und er bestätigte ganz die Richtigkeit dieser Erklärung. Von einer eigentlichen Zerstörung des Bluts konnte ich nichts bemerken. Noch muss ich beisetzen, dass die Säule selbst nicht im höchsten Grad ihrer Thätigkeit war.

Schübler.

einathmen zu lassen, und alle auf die Respiration einfliessende Umstände genau zu berücksichtigen. Ich nahm zu diesen Versuchen kleine Thiere, die ich unter Glasglocken setzte, unter denen sie am Ende aus Mangel an respirabler Luft starben. Während dessen setzte ich sie auf verschiedene Art dem Einfluss der Elektricität aus, und jedesmahl standen andere, ohne solchen Einfluss, zur Seite. Sobald eines dieser Thiere starb, wurde die in der Glasglocke befindliche Luft sogleich durch ein Volta'sches Eudiometer auf ihren Sauerstoffgehalt geprüft, noch ehe sie durch das der Verwesung zueilende todte Thier verunreinigt werden konnte.

Ich wählte zu diesen Versuchen gewöhnlich *Mäuse*, indem diese keine zu grosse gläsernen Gefässe erforderten. Nimmt man, im Verhältniss zu dem Thier, zu kleine Gefässe, so stirbt das Thier aus Mangel an Lebensluft zu schnell, als dass sich Unterschiede zwischen den der Elektricität ausgesetzten und ihr nicht ausgesetzten erwarten lassen könnten. Die Gefässe, deren ich mich bediente, enthielten jedesmal 46 Pariser Kubikzoll atmosphärische Luft, und wurden mittelst gläserner Scheiben und Klebwachs luftdicht verschlossen.

Versuch 1. Eine, so viel sich bemerken liess, gesunde Hausmaus, welche 310 Grane wog, wurde bei einer Temperatur von 14,1° R. unter eines dieser Gefässe gebracht, in das eine metallene Spitze hineinging, welche mit dem grossen Leiter einer Elektrisirmaschine in Verbindung stand. Die diese

Maus umgebende verschlossene Luft würde bei diesem ersten Versuche anhaltend durch Drehen der Maschine in dem Zustande *negativer Elektricität* erhalten. In den ersten 24 Minuten verhielt sich die Maus ganz ruhig; nach 25′ fing sie an sehr unruhig zu werden; die Nase schwoll deulich auf und wurde blau; nach 31′ zeigte sie ein auffallend ängstliches Athemholen; nach 38′ wurde es ihr sehr unbehaglich, sie suchte durch die Wände des Glases zu entkommen, kletterte an ihnen in die Höhe, und athmete sehr schnell; nach 1 Stunde 17′ fing sie an auffallend hart zu schnaufen; nach 1 St. 23′ wurden die Ohren auf der innern Fläche des *meatus auditorius externus* deutlich blaulich; nach 1 St. 37′ wurde sie aufs Neue sehr unruhig und suchte zu entkommen, nachdem sie sich fast eine Stunde lang ruhig verhalten hatte; nach 2 St. 45′ fing sie zuerst an langsam, aber sehr beengt zu athmen, hatte aber sehr aufgetriebene blauliche Nasenöffnungen, und alle ihre Bewegungen waren sehr langsam und kraftlos. Nach 2 St. 49′ fiel sie auf den Rücken, und athmete nur noch selten und langsam, bis endlich nach 2 St. 56′ mit einigen langsamen grofsen Athemzügen das Leben völlig aufhörte. Das Gefäfs wurde nun sogleich unter Wasser geöffnet, die Maus herausgenommen (ohne dass atmosphärische Luft eindringen konnte) und secirt, während ich die zurückbleibende Luft sogleich eudiometrisch auf ihren Gehalt an Lebensluft prüfte. Die Brusthöhle der Maus wurde zuerst geöffnet, um die Dauer der

noch fortwährenden Contractionen des Herzens zu beobachten; sie zeigten sich noch 10 Minuten lang, von dem letzten Athemzug an gerechnet; arteriöses Blut konnte weder im Herzen noch in den Blutgefäſsen mehr gefunden werden. Uebrigens zeigten die Respirationsorgane nichts widernatürliches. In 100 Theilen der atmosphärischen Luft, womit das Gefäſs am Anfang des Versuchs gefüllt war, hatte ich 20,9 Theile Lebensluft gefunden, das Gefäſs hatte also 46 . 0,209 = 9,61 Kubikzoll Lebensluft enthalten. Die nach dem Versuch zurückbleibende Luft enthielt nur 6,35 Th. Lebensluft in 100 Theilen, überhaupt also nur 2,81 Kubikzoll Lebensluft *). Die Temperatur blieb sich während des ganzen Versuchs so ziemlich gleich, zwischen 14,1° und 14,8° R.

Eine zweite Maus, 340 Gran wiegend, war während dieses Versuchs unter übrigens ganz gleichen Umständen in atmosphärischer Luft eingesperrt gewesen, die nicht elektrisirt worden war. Diese Maus zeigte nach 30 Minuten die ersten Beengungen im Athemholen, indem sie sich bis dahin ganz ruhig verhalten hatte; nach 55' zeigte sie sehr beengtes hartes Schnaufen; nach 1 St. 13' wurde sie sehr

*) Die Detonation der in das Eudiometer gebrachten Luftarten geschah jedesmal über Wasser, bei nicht geschlossenem Eudiometer, und die eudiometrische Untersuchung selbst wurde bei allen diesen Versuchen ganz auf dieselbe Art angestellt, so daſs sie unter sich durchgehends vergleichbar sind. Siehe *Gilbert's Annalen* 1810. Neue Folge 4. Bd. 3. St. S. 452. *Schr.*

-n ruhig und suchte durch die Wände des Glases zu entkommen; nach 2 St. 33′ wurde sie aufs neue sehr unruhig und bekam aufgetriebene blauliche Nasenöffnungen; nach 2 St. 55′ fiel sie zu Boden und athmete nur langsam; in diesem Zustande blieb sie mit geringen Veränderungen über eine Stunde liegen, während sie noch immer in etwas grossen Zwischenräumen deutlich Athem holte; endlich, nachdem sie 4 St. 3′ unter dem Gefäss zugebracht hatte, starb sie nach einigen sehr beengten Athemzügen. Sie wurde nun unter Wasser aus dem Gefäss herausgenommen und secirt, während die abgeschlossene Luft auf ihren Lebensluftgehalt geprüft wurde. Die Irritabilität des Herzens währte noch 15 Minuten lang fort, arteriöses Blut konnte ebenfalls nicht mehr gefunden werden, weder in dem Herzen, noch in den Blutgefässen; an den Respirationsorganen bemerkte man übrigens nichts besonderes. Die zurückbleibende Luft enthielt unter 100 Theilen nur noch 2,8 Theile Lebensluft, und das Gefäss enthielt also noch 1,28 Paris. Kubikzoll Lebensluft.

Vergleicht man diesen Erfolg mit dem vorigen, so erhellt sogleich, dass alle Erscheinungen bei der ersten der Elektricität ausgesetzten Maus weit schneller vorübergingen. Die beengte Respiration zeigte sich früher, eben so die Bemühung zu entkommen und das Niederfallen; am auffallendsten war die Differenz im letzten Act des Lebens. Die erste Maus lag nur 7 Minuten *in Agone* auf dem

Boden, die letztere über eine Stunde. Die letztere schien noch weit länger fähig zu seyn, geringe Quantitäten Lebensluft aus der schon sehr verunreinigten Luft auszusaugen, während erstere schon in wenigen Minuten nach dem Niederfallen zu athmen aufhörte, und in ihr kein arteriöses Blut mehr gefunden werden konnte, obgleich die sie umgebende Luft noch mehr Lebensluft enthielt, als dieses bei der der elektrischen Luft nicht ausgesetzten Maus der Fall war. Erstere hatte noch 2,81 Pariser Kubikzoll Lebensluft in ihrem Gefäss, letztere nur noch 1,28 Paris. Kubikzoll. Erstere lebte nur 2 St. 54 Min., letztere 4 St. 3 Min. Alle diese Verschiedenheiten konnten jedoch blos individuellen Verschiedenheiten dieser zwei Mäuse, ihrem vielleicht verschiedenen Alter und Entwickelung, zugeschrieben werden; erst die folgenden Versuche überzeugten mich von der Richtigkeit dieser Einwirkung der Elektricität.

Versuch 2. Derselbe Versuch wurde nun mit einströmender *positiver Elektricität* wiederholt. Die Hausmaus wog 360 Grane; die Temperatur war 10,8° R.; die Menge der atmosphärischen Luft wiederum 46, und ihre Sauerstoffmenge 9,61 Par. Kubikzoll. Schon nach einer Viertelstunde fing die Maus an sehr beengt zu respiriren; nach 25′ wurde es ihr sehr unbehaglich, und sie suchte zu entkommen und kletterte in die Höhe; nach 35′ schloss sie oft die Augen, schien sehr zu leiden, und suchte manchmal mit Ungestüm zu entkommen; nach 1 St.

10′ wurden alle ihre Bewegungen und Bemühungen zu entkommen kraftlos, nur langsam bewegte sie sich noch; nach 1 St. 20′ fing der bisher sehr schnelle Athem ebenfalls an langsamer und schwach zu werden; nach 1 St. 55′ fiel sie zu Boden und holte nur noch in längern Zwischenräumen langsam Athem, bis sie endlich starb, nachdem sie 2 St. 1′ unter dem Gefäss zugebracht hatte. Sie wurde sogleich unter Wasser aus dem Gefäss herausgenommen und geöffnet; die Irritabilität des Herzens dauerte noch 1 St. 24′ lang fort; arteriöses Blut fand sich keines mehr; der Lebensluftgehalt der Luft, in welcher die Maus ablebte, betrug in 100 Theilen 6,18 Theile, und das Gefäss selbst enthielt also noch 2,84 Par. Kubikzoll Lebensluft.

Während diesem Versuch wurde wieder eine zweite Maus in einem gleichen Gefässe zur Seite gesetzt, und ohne allen Einfluss der Elektricität sich selbst überlassen. Sie schien jünger zu seyn als die bisherigen, und wog nur 280 Grane. In ¼ Stunde wurde sie sehr unruhig, athmete sehr ängstlich, sprang in die Höhe und suchte zu entkommen; nach 48′ fing sie an sehr schnell zu respiriren; erst nach 1 St. fing sie eigentlich beengt und hart zu schnaufen an, bewegte sich aber doch noch schnell und munter; erst nach 1½ Stunde fingen ihre Bewegungen an kraftlos und langsamer zu werden; nach 2½ St. wurde auch der Athem langsamer, und nach 3 Stunden fiel sie zu Boden. In diesem Zustand blieb sie 1 St. 6′ lang *in Agone* liegen, und athmete lang-

ſam hart und beengt in groſsen Zwiſchenräumen; endlich hörten alle ſichtbare Zeichen des Lebens auf, nachdem ſie 4 Stunden 6' Minuten unter dem Gefäſs zugebracht hatte. Sie wurde ſogleich geöffnet; die Zuſammenziehungen des Herzens währten noch ſehr ſtark und anhaltend fort, und hörten erſt nach 44 Minuten ganz auf. Die Luft, in der dieſe Maus ablebte, enthielt in 100 Theilen noch 3,01 Theile Lebensluft, und im ganzen Gefäſs waren alſo noch 1,38 p. Cub. Zoll Lebensluft.

Bei dieſem Verſuche ſind alſo noch ſtärkere Differenzen als bei den erſten, mit der negativen Elektricität angeſtellten, zum Vorſchein gekommen. Die in der poſitiv-elektriſchen Luft ablebende Maus lebte nur etwas über 2 Stunden, letztere dagegen 4 Stunden; die Menge der zurückbleibenden Lebensluft war ebenfalls noch etwas gröſser, als bei dem mit negativer Elektricität angeſtellten Verſuch. Der letzte Act des Lebens währte hier nur 6 Minuten, während er in unelektriſcher Luft eine Stunde lang fortdauerte. Die Irritabilität des Herzens dauerte bei der, der Elektricität ausgeſetzten Maus hier noch länger fort, doch ſcheinen individuelle Verſchiedenheiten zu ſehr auf dieſe mehr oder weniger lange Dauer der Irritabilität einzuflieſsen, als daſs ſich hier conſtante Verſchiedenheiten erwarten laſſen konnten.

Verſuch 3. Ich änderte nun den Apparat dahin ab, daſs das Thier unmittelbar auf einem elektriſchen Leiter zu ſtehen kam, indem ich den Bo-

den der Gläser mit Metall belegte, und anhaltend in dem elektrischen Zustand erhielt; wobei freilich das Ausströmen der Elektricität in die das Thier umgebende Luft nicht vermieden werden konnte.

Gewicht der Maus 31½ Gran; Temperatur 13°,1 R.; atmosphärische Luft 46 Kub. Zoll mit 21 Theilen Sauerstoffgas in 100 Theilen. Der erste Versuch wurde wiederum mit *negativer Elektricität* angestellt. Die Maus fing nach ¼ St. an sehr unruhig zu werden; nach ¾ Stunden athmete sie sehr beengt, wurde aufs neue sehr unruhig, suchte zu entkommen und fing an an der metallenen Belegung zu nagen, welches sie 4 Minuten lang fortsetzte; nach 1 Stunde fingen ihre Bewegungen an zuerst langsam und kraftlos zu werden, sie schloss öfters die Augen, die Nase war blaulich und sehr aufgetrieben; nach 1 St. 14′ fing sie auffallend schnell und ängstlich zu athmen an, nach 2 St. 30′ athmete sie nur noch sehr beengt, bewegte sich nur langsam, und auch der bisher sehr schnelle Athem fing an langsamer zu werden, während in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten einzelne starke Athemzüge den ganzen Körper gleichsam convulsivisch in Bewegung setzten; endlich nach 2 St. 52′ fiel sie zu Boden, und athmete, so *in Agone* liegend, noch 14 Minuten lang langsam und in grossen Zwischenräumen, bis sie endlich starb, nachdem sie 3 St. 6′ unter dem Gefäss zugebracht hatte. Die Irritabilität des Herzens währte noch 34′ lang, und die Luft, worin die Maus ablebte, enthielt in 100

Theilen noch 5,81 Theile Lebensluft; im ganzen Gefäſs waren alſo noch 2,67 Kubikzoll reine Lebensluft.

Auch während dieſes Verſuchs wurde wieder eine zweite Maus, ohne allen Einfluſs der Elektricität, zur Seite geſetzt; ſie wog 330 Grane, und wurde bei einer Temperatur von 13,3° R. unter eine ganz gleiche Glasglocke geſetzt. Nach ½ Stunde fing ſie an ſehr unruhig zu werden, und ſuchte durch die Wände des Glaſes zu entkommen; nach 1 St. 4′ fing ſie an ſehr ſchnell und beengt zu athmen, blieb ſich übrigens ſo ziemlich gleich bis nach 2 St. 10′, wo die Athemzüge etwas langſamer und beengter zu werden anfingen; erſt nach 3 St. 8′ fiel ſie eigentlich zu Boden und athmete ſo noch *in Agone* 52 Minuten langſam und in groſsen Zwiſchenräumen, bis ſie endlich ſtarb, nachdem ſie gerade 4 Stunden unter dem Gefäſs zugebracht hatte. Die Irritabilität des Herzens währte noch 13 Minuten lang fort. Die Luft, worin die Maus ablebte, enthielt in 100 Theilen noch 3,21 Theile Lebensluft, und das Gefäſs ſelbſt enthielt alſo noch 1,47 par. Kub. Zoll Lebensluft.

Dieſe Verſuche ſtimmen mit den vorigen, dem Hauptreſultate nach, ganz überein.

Verſuch 4. Der letzte Verſuch wurde am folgenden Tage mit *poſitiver Elektricität* wiederholt. Die Maus wog 301 Grane; Temperatur 13,7° R., die atmosphäriſche Luft enthielt in 100 Theilen 20,8 Theile, alſo überhaupt 9,56 par. Kub. Zolle

Lebensluft. Nach ¼ Stunde fing die Maus an etwas beengt und schnell Athem zu holen; nach ½ Stunde schloss sie öfters die Augen; verhielt sich übrigens ruhig; nach 38' fing ihre Nase an blaulich und aufgetrieben zu werden, sie athmete schneller und beengt und suchte öfters durch die Wände des Glases zu entkommen; nach 46' nagte sie einige Minuten lang an der metallenen Belegung; nach 50 Minuten athmete sie auffallend schneller als bisher; nach 1 St. 20' athmete sie sehr beengt und machte die letzten Versuche zu entkommen; nach 1 St. 31' fingen ihre Bewegungen zuerst an etwas kraftlos zu werden, der *Meatus auditorius externus* wurde in seiner innern Fläche etwas bläulich, der Athem wurde etwas langsamer; nach 1 St. 43' wurden die einzelnen Athemzüge langsamer, dagegen kamen aber in Intervallen von 2 bis 2½ Minuten grössere starke Athemzüge, wobei jedesmal der *Thorax* wie durch Convulsionen zusammengezogen wurde; nach 2 St. 10' kehrten diese immer häufiger wieder, alle ihre Bewegungen wurden übrigens langsam und kraftlos; nach 2 St. 30' wurden die einzelnen Athemzüge immer langsamer und jene grösseren kehrten fast jede Minute wieder; nach 2 St. 47' fiel sie endlich zu Boden und athmete so noch 12 Minuten lang *in Agone* langsam und sehr beengt in grossen Intervallen, bis sie endlich starb, nachdem sie 2 St. 59' unter dem Gefäss zugebracht hatte. Die Contractionen des Herzens währten noch 12 Minuten lang, und die Luft selbst, worin die Maus ablebte, enthielt in

Der Lebensprocefs wurde also im Mittel genommen um 1 Stunde 11 Minuten, auf 3 St. 57 Minuten, in der elektrifchen Luft verkürzt, und hörte alfo um ⅓ der ganzen Zeit früher auf, als in der nicht elektrifirten Luft. Am auffallendften war die Differenz in Anfehung des letzten Acts des Lebens, wo das Thier auf dem Rücken lag, und nur in langfamen grofsen Athemzügen Luft fchöpfte; diefer Zuftand währte in unelektrifcher Luft 5 mal langer als in elektrifcher, und erwies bei diefem fchon fo gefchwächten Leben am deutlichften den nachtheiligen Einflufs der elektrifchen Luft auf den Refpirationsprocefs. Die nach dem Tode des Thiers fortdauernde Irritabilität des Herzens fcheint zu fehr von individuellen Verfchiedenheiten abzuhängen, als dafs aus ihr viel gefolgert werden könnte. Dafs indefs bei der in der kürzeften Zeit ablebenden Maus (welches *in pofitiv elektrifcher Luft* gefchah), die Irritabilität des Herzens am längften und auffallend länger als bei den übrigen, nehmlich 1 Stunde 24 Minuten dauerte, fchien doch zu erweifen, dafs nicht Ueberreizung durch Elektricität, fondern Abänderung der während der Refpiration vorgehenden chemifchen Veränderungen, die Urfache des frühern Todes war; obgleich auch hier Alter, Entwickelung und andere individuelle Verfchiedenheiten wahrfcheinlich vielen Antheil an der Erfcheinung hatten.

In pofitiv elektrifcher Luft ftarben bei diefem Verfuche die Thiere früher, als in negativ elektri-

scher; einige wiederholte Versuche gaben dasselbe Resultat, und bestätigten die schädlichere Einwirkung der positiven Elektricität.

Der Luftrückstand enthielt auffallend *mehr* Lebensluft in den Gefäfsen, welche in dem elektrischen Zustande waren erhalten worden. In der elektrischen Luft hatten indefs die Thiere eine weit kürzere Zeit gelebt, und nimmt man hierauf Rücksicht, so findet sich, dafs die Thiere verhältnifsmäfsig in dieser kurzen Zeit in dem elektrischen Zustande noch etwas mehr Lebensluft als in der nicht elektrisirten verzehrten; wahrscheinlich weil sie durch den Reiz der Elektricität etwas schneller athmen. Wenigstens scheint aus diesen Versuchen bestimmt hervorzugehen, dafs durch die Elektricität die Art, wie sich die Lebensluft in den Lungen an das Blut absetzt, verändert wird, und dafs die durch die Lebensluft im thierischen Körper vorgehenden chemischen Processe, in ihren gewöhnlichen Wirkungen durch das Elektrisiren gestört wurden. Sollte hier die im Vorhergehenden durch viele Versuche erwiesene Kälteerzeugende Fähigkeit der Elektricität, nicht auch bei dem Respirationsprocefs in Betracht kommen, bei dem vorzüglich so viel Wärmebindung und Wärmeentwicklung statt findet? Wie viel endlich Ueberreizung durch Elektricität zu diesen Erscheinungen beitrage, läfst sich aus diesen Versuchen nicht bestimmt beurtheilen.

Ich habe mehrere der hier erzählten ähnlichen *Versuche mit Vögeln* angestellt, und in der Haupt-

ſache dieſelben Reſultate erhalten. Sie hier einzeln zu erzählen verſtattet der Raum dieſer Blätter nicht; ich ſetze daher nur die Reſultate derer hieher, welche ganz auf dieſelbe Art und in denſelben Gefäſsen, wie mit den Mäuſen angeſtellt wurden, da dieſe ſich am leichteſten vergleichen laſſen. Ich wählte zu dieſen Verſuchen eine der kleinern Arten von Meiſen *(Parus ater)*, welche ungefähr daſſelbe Volumen, wie die Mäuſe hatten, doch um die Hälfte leichter wogen. Folgende Tabelle enthält die Reſultate mit der vorigen verglichen:

Dauer des Lebens in 46 Kub. Z. eingeſchloſſener atm. Luft.				Menge der nach dem Tode noch übrigen Lebensluft.			
in gewöhnlicher		in elektriſcher		in gewöhnl. L.		in elektriſ. L.	
Mäuſe	Vögel	Mäuſe	Vögel	Mäuſe	Vögel	Mäuſe	Vögel
				C. Z.			
4 St. 3′	2 St. 3′	2 St. 56′	1 St. 46′	1,28	2,30	2,81	2,81
4 St. 6′	2 St. 8′	2 St. 1′		1,38	2,25	2,84	
4 St. 0′	1 St. 58′	3 St. 6′	1 St. 49′	1,47	2,24	2,67	2,75
3 St. 40′	2 St. 4′	2 St. 59′		1,70	2,31	2,76	
3 St. 57′	2 St. 3′	2 St. 46′	1 St. 47′	1,45	2,27	2,77	2,78

Das Leben der Mäuſe wurde alſo im Mittel genommen durch die elektriſche Luft um 1 St. 11 Min. abgekürzt, das der Vögel aber nur um 16 Minuten.

Aus dieſen vergleichenden Verſuchen gehen folgende Sätze hervor, wenn man anders die Species, mit welchen ſie angeſtellt wurden, als die Repräſentanten beider Thierclaſſen annehmen will:

1) In gleicher Menge reiner atmoſphäriſcher Luft ſterben die Vögel weit früher als die Säugethiere. Da ſie nur halb ſo ſchwer waren als dieſe, hätte man gerade das Gegentheil erwarten ſollen, wären beide in Anſehung des Reſpirations-Proceſſes

auf gleiche Art organisirt. Denn kleinere Individuen derselben Species pflegen in derselben Menge atmosphärischen Luft länger zu leben als grössere, wovon mich mehrere Versuche überzeugt haben.

2) Die Vögel verzehren in derselben Zeit eine weit grössere Menge Lebensluft, als die Säugethiere. Denn von 9,61 Kub. Zoll Lebensluft verzehrte eine Maus im Mittel in 3 Stunden 57 Minuten 8,16 Kub. Zoll. Wenn die Vögel in derselben Zeit dieselbe Menge Lebensluft verzehrten, so würden sie in 2 St. 3′ nur 4,22 Kub. Zoll gebraucht haben, sie verzehrten aber wirklich 7,13 Kub. Zoll.

3) Die Vögel haben zur Fortsetzung ihres Lebensprocesses eine weit reinere Luft nöthig als die Säugethiere; sie starben schon als das sie einschliessende Gefäss noch 2,27 Kub. Zoll Lebensluft enthielt, während bei den Säugethieren nur noch 1,45 Kub. Zolle zurückblieben.

4) Die elektrische Luft ist dem Respirationsprocess der Vögel weit weniger nachtheilig als dem der Säugethiere. Die Dauer des Lebens wurde in der elektrischen Luft in Vergleichung mit der unelektrischen nur um 16 Minuten bei den Vögeln, dagegen um 1 St. 11 Min. bei den Mäusen verkürzt, unter übrigens ganz gleichen Umständen. Diese Organisation des Respirationsprocesses der Vögel scheint ihrer Lebensart sehr angemessen zu seyn, indem sie nicht selten in den höhern Gegenden der Atmosphäre verweilen, wo die Luft oft so stark elektrisch ist.

3. RESULTATE.

Ich enthalte mich aller weitern Hypothesen und Erklärungen über den frühern Tod dieser Thiere in elektrischer Luft, und stelle lieber alle von mir beobachtete Erscheinungen hier noch einmal kurz zusammen; jeder wird sich daraus selbst nach Gefallen eine Erklärung bilden können.

Das Blut coagulirt in dem *elektrischen* Zustande langsamer, aber doch zuletzt vollkommen. *Positive Elektricität*, wenn sie durch das Medium der Luft auf das Blut übergeht, zersetzt dieses, es coagulirt nicht mehr gehörig; die Oberfläche wird wie aufgelöst, die tiefern Schichten aber gerinnen. Die *negative Elektricität*, ganz auf dieselbe Art und in derselben Stärke angewandt, bringt diese Erscheinung *nicht* hervor; das Blut coagulirt zwar langsamer, als im unelektrischen Zustande, jedoch zuletzt vollkommen. Mit diesen Erscheinungen ist sowohl bei der positiven als bei der negativen Elektricität eine sehr schnelle *Wärmeabnahme* verbunden; das elektrische Blut erkältet weit schneller, als im unelektrischen Zustande, und zuletzt entsteht eigentliche Kälte; das elektrische Blut wird gegen 2 Grade kälter als das umgebende Medium. Auch erwärmtes Wasser zeigt dieses schnelle Erkalten; eben so zeigte es Oehl, Quecksilber und feste Körper, nur mit dem Unterschiede, dass letztere nicht unter die Temperatur des umgebenden Mediums erkalten.

Die *galvanische* Elektricität zeigt ähnliche Einwirkungen auf die Blutmasse. Frisches Blut wird

durch den positiven Pol schwarz, zersetzt und aufgelöst. Am negativen Pol entsteht ein scharlachrother Ring, der sich immer mehr erweitert, ohne merkliche Zersetzung der Blutmasse (bei schwachen galvanischen Batterien). Bei schon coagulirtem Blut zeigen sich etwas abgeänderte Erscheinungen; das Blut wird an beiden Polen schwarz, und von einer Röthe am negativen Pol zeigt sich nichts mehr. — Thiere, welche sich in völlig verschlossenen Glasglocken in atmosphärischer anhaltend elektrischer Luft befinden, sterben jedesmal früher, als andere unter denselben Glasglocken in unelektrischer Luft. Erstere lassen bei ihrem Tod in der sie umgebenden Luft mehr Lebensluft als letztere zurück. Vögeln ist die elektrische Luft lange nicht so nachtheilig, als Säugethieren.

Einige Bemerkungen.

1) Ich hätte sehr gewünscht, die Versuche über das Blut nicht nur mit Venenblut, sondern auch mit Arterienblut, mit gewöhnlicher und galvanischer Elektricität anstellen zu können. Eben so wäre es interessant, das frische Blut bei verschiedenen Krankheiten auf diese Art zu untersuchen; Elektricität könnte so vielleicht ein neues Mittel werden, die bei Krankheiten oft so sehr verschiedene Blutmischung einer nähern Untersuchung zu unterwerfen, auf ähnliche Art, wie dieses bei Mineralien und Vegetabilien zum Theil schon versucht worden ist. Eben so hätte ich die Versuche gern

mit Thieren aus den verſchiedenen Thierclaſſen wiederholt.

2) Gegen die Verſuche über den Reſpirationsproceſs wird man immer einwenden können, daſs bloſse Ueberreizung durch Elektricität die Urſache des frühern Todes ſey. Ich fühlte ſelbſt nur zu ſehr dieſen Einwurf; und bemühte mich, die Verſuche auf die verſchiedenſte Art abzuändern; konnte jedoch weder für das eine noch für das andere vollkommen überzeugende Reſultate erhalten. Immer ſind beide Einwirkungen der Elektricität auf das Innigſte mit einander verbunden.

VI.

Auszug aus einem Briefe des Herrn Prof. Wrede in Königsberg.

— — Erlauben Sie mir eine kleine Bemerkung über das *Gebläse*, welches Hr. Prof. Lüdicke in diesen *Annalen* J. 1811. St. 7. beschrieben hat. Aus seiner Angabe wird es wohl nicht allen Lesern der Annalen begreiflich gewesen seyn, dass es eine gute Wirkung hervorbringen könne; denn es fehlen dort die hydro- und aëro-dynamischen Gründe. Giebt man diesem Instrumente die innere Einrichtung, welche ich in der beigefügten flüchtigen Zeichnung Fig. 2. Taf. IV. entworfen habe, so muss der gewisse Erfolg jedem Sachverständigen einleuchten.

Es ist AB die hohle, jedoch rechts von a oder links von c, durch eine luftdichte Scheidewand, in zwei Hälften getheilte Axe, an welche die beiden Gefässe (Hohlkugeln) K und k luftdicht gekûttet sind. Aus der Hälfte Aa geht in jedes Gefäss die Röhre ab; dagegen öffnet sich jede krummgebogene heberförmige Röhre cde, bei c, in der andern Abtheilung der hohlen Axe AB, und eine dritte ganz kurze Röhre ii dient zur Communication des obern Gefässes K mit dem untern k. Die Wirkung ist nun folgende. Indem K sich oben befindet, und zur Hälfte bis CD mit Wasser angefüllt ist, fliesst dieses durch den kleinen Kanal ii ungehindert, in das Gefäss k; denn der nöthige Zutritt der Luft, durch den allein der Ausfluss des Wassers in das untere Gefäss möglich wird, ist durch die offene gerade Röhre ab *von aussen her* verstattet. Die heberförmige Röhre cde hindert das Wasser, aus dem

Gefäſse K in die Abtheilung cB zu laufen. Gehen die Röhren ab tief, bis an die Wand der Gefäſse K und k hinab, ſo wird die geringſte Menge Waſſers EF der in dem jedesmaligen untern Gefäſse enthaltenen Luft den Ausgang auf dem Wege baA verwehren, und das zuſtrömende Waſſer ſie nöthigen, durch die heberförmige Röhre edc ihren Ausweg zu ſuchen, der nun durch kein Waſſer verſperrt werden kann, weil die Einmündung e zu hoch über der Waſſerfläche im untern Gefäſse liegt. Durch Umwendung der Gefäſse, bevor alles Waſſer aus dem jedesmaligen obern ganz ausgefloſſen iſt, dauert dies Spiel ununterbrochen fort. Es iſt leicht einzuſehen, daſs bey A eine Blaſe mit Sauerſtoffgas angeſchraubt, und dieſes Gebläſe zu allerley artigen Verſuchen benutzt werden kann.

— — Ich habe im vorigen Jahr eine Reihe nicht unintereſſanter Verſuche über Diffraction des Lichts, die ich ſchon in Berlin angefangen hatte, wiederholt, und möchte gern eine Torricelliſche Leere von etwas bedeutenderer Gröſse haben. Es kömmt bei ihr auf zwei hinlänglich durchſichtige, völlig parallele Glasplatten an, die im Stande ſind, den Druck der Atmoſphäre vollkommen auszuhalten, und eine gleichförmige Dichtigkeit und den genaueſten Parallelismus ihrer entgegengeſetzten Oberflächen beſitzen. Ich zweifle, daſs ein Künſtler dieſen unerlaſslichen Anforderungen wird genügen können; und iſt das der Fall, ſo werden meine Verſuche nicht ganz ſo durchgeführt werden können, wie ich es wünſchte.

Ich freue mich immer, ſo oft ich Ihre Annalen anſehe, über den Schatz von Erfahrungen und Unterſuchungen, der darin aufbewahrt wird. Möge der Genius einer geſunden Naturphiloſophie, welche überall in ihnen herrſcht, ihre fernere Fortdauer auf alle Weiſe begünſtigen!

VII.

PROGRAMM

der königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Harlem auf das Jahr 1811.

Die königl. Gesellsch. der Wissensch. hielt zum 58sten Mahle ihre Jahres-Sitzung am 25. Mai. Der präsidirende Director, Herr D. J. Canter Camerling, eröffnete die Sitzung damit, dass er den Secretair der Gesellschaft einlud, Bericht über das abzustatten, was bei der Gesellschaft seit der vorigen Jahres-Sitzung am 19. Mai 1810 eingegangen war. Aus diesem Bericht erhellt Folgendes:

PHYSIKALISCHE WISSENSCHAFTEN.

1. Es war eine französisch geschriebene Abhandlung mit dem Motto: *Nihil majus quam populi salutem — — curare*, auf die Preisfrage *) eingegangen: *Was hat die Erfahrung hinlänglich bewährt, in Hinsicht der Reinigung verdorbenen Gewässers und anderer unreiner Substanzen durch Holzkohlen? in wie weit läfst sich nach chemischen Grundsätzen die Art erklären, wie hierbei die Holzkohle wirkt? und welcher weitere Nutzen läfst sich daraus ziehn?* (Prog. 1810. III. 3.). Das Urtheil der Gesellschaft ging dahin, dass zwar diese Abhandlung dem Wissen und den Talenten des Verfassers zur Ehre gereiche, dass aber die Beantwortung des ersten Theils der Frage keine genaue Bestimmung dessen, was wir mit Gewissheit über diesen Gegenstand wissen, enthält,

*) S. das Programm der Ges. auf das J. 1810, (diese *Annalen* N. F. B. 5. S. 488.) III. 3. *Gilbert.*

d. h. welche Bestandtheile des unreinen Wassers oder andrer unreiner Körper die Holzkohle abscheidet, und unter welchen Umständen diess geschieht; und dass sich in der Beantwortung des zweiten Theils der Frage eine bekannte Theorie findet, die nicht durch neue Versuche bestätigt ist. Man beschloss aus diesen Gründen den Concurrenz-Termin für diese Frage bis zum 1. Januar 1813 zu verlängern, damit der Verfasser, der sich beklagt, seine Abhandlung in der Eile geschrieben zu haben, Zeit habe sie zu vollenden, und zu dem Ende die Versuche, die gewünscht werden, anzustellen.

2. Eine holländisch geschriebene Antwort mit dem Motto: *Corporis in brutis* etc., ist auf die Frage (Pr. 1810. III. 7.) eingegangen: „*Läfst sich aus dem, was wir von den Bestandtheilen der Nahrungsmittel der Thiere wissen, der Ursprung der entfernten Bestandtheile des menschlichen Körpers, besonders der Kalkerde, des Natrons, des Phosphors, des Eisens u. a. genügend erklären? — Wenn dieses nicht der Fall ist, kommen sie auf einem andern Wege in den thierischen Körper, oder giebt es Erfahrungen und Beobachtungen, denen zu Folge man annehmen darf, dafs wenigstens einige dieser Bestandtheile, ob sie sich gleich durch Mittel der Chemie weder zusammensetzen noch zerlegen lassen, doch durch eine eigenthümliche Wirksamkeit der lebenden Organe erzeugt werden?* Im Fall man sich in der Beantwortung für diese letzte Meinung erklären sollte, so wird es hinreichen, wenn man die Erzeugung auch nur eines einzigen dieser Grundstoffe evident darthut." — Man verkennt das Verdienst der Abhandlung nicht, findet es indess nicht hinlänglich, um sie zu krönen. Der Concurrenz-Termin wird daher bis zum 1. Jan. 1813 hinausgerückt, und man erbietet sich, dem Verfasser einige Bemerkungen über seine Abhandlung zuzuschicken, die ihm dienen können, sie zu verbessern, wenn er dem Secretair eine Adresse anzeigt, unter der dieses geschehen kann.

3. Eine deutsche Beantwortung mit der Devise: *valeat quantum possit*, ist auf die folgende Preisfrage

(Pr. 1810. III. 10.) eingegangen: „Die Windmühlen sind eine der nützlichsten, ja der unentbehrlichsten Maschinen für den vorzüglichsten Theil dieses Königreichs, und auf die Vollkommenheit derselben beruht zum Theil die der holländischen Technologie. Dieses veranlaſst die Gesellschaft zu fragen: *Welche Lage muſs das Segeltuch auf den Latten der Flügel, in verschiedner Entfernung von der Axe, gegen die Ebne haben, in der die Flügel sich bewegen, damit der Effect der Mühle der gröſste sey?* Die Gesellschaft wünscht 1) eine Skize der vozüglichsten bei den Mühlenbauern gebräuchlichen Arten, die Latten an den Flügeln zu stellen; 2) eine Vergleichung dieser Stellungen unter einander und besonders mit den Flügeln van Dijl's, die seit einigen Jahren octroyirt sind; 3) einen auf eine genaue Theorie gegründeten, und durch Versuche bewährten Beweis, welche Stellung von allen die beste ist." — Diese Abhandlung ist zu unvollkommen, um gekrönt zu werden, und die Gesellschaft erneuert auch diese Preisfrage, damit man sie vor dem 1. Jan. 1813 beantworte.

4. Ein Aufsatz sollte die Preisfrage (Pr. 1810. III. 12.) beantworten; *„Aus welchem Grunde wird der Wachsthum der Pflanzen durch den Regen weit mehr befördert, als durch das Begieſsen mit Regenwasser, mit Fluſs- Quell- oder Teich-Wasser? Läſst sich nicht durch irgend ein Mittel diesen Wässern die Eigenschaft des Regenwassers, die Vegetation zu beschleunigen, mittheilen, und welches sind diese Mittel?"* Man urtheilte, dieser Aufsatz sey ohne Interesse, und wiederholte die Frage bis zum 1ten Januar 1813.

5. Auf die folgende Preisfrage (Pr. 1810. III. 15.): *„Was ist von der sogenannten Brodt-Gährung zu halten? Ist sie eine eigne Art von Gährung? Welche Materien sind deren empfänglich? unter welchen Umständen findet sie Statt? welche Erscheinungen begleiten sie von Anfang bis zum Ende? wie verändert sie die nächsten Bestandtheile jener Materien; und was läſst sich aus dem allen zur*

Vervollkommnung der Kunst des Brodtbackens folgern?" sind drei Beantwortungen, in holländischer Sprache, eingelaufen. Die Gesellschaft erkannte die goldne Medaille und einen Preis von 30 Ducaten der einen dieser Abhandlungen zu; ihr Verfasser ist L. A. van Meerten, Secretair der vormaligen Medicinal-Administration der Armee, im Haag. Diese Frage war im J. 1809 von dem Prof. Brugmans in Leiden vorgeschlagen worden, zufolge eines von der Direction im J. 1808 gefassten und in dem Programm dieses Jahrs bekannt gemachten Beschlusses, und die Gesellschaft bietet ihm, in Gemässheit dieses Beschlusses, die silberne Medaille an.

I. Die Gesellschaft *wiederholt*, ausser den schon erwähnten 4, noch die folgenden 7 Fragen, deren Beantwortungs-Zeit abgelaufen ist, damit auf sie geantwortet werde

vor dem 1ten Januar 1813.

1. Ungeachtet der Fortschritte, welche man in den letzten Jahren in der chemischen Zerlegung der Pflanzen gemacht hat, kann man sich auf die Resultate derselben nicht ganz verlassen, denn nicht selten weichen diese bei Analysen, die auf gleiche Art und mit Sorgfalt gemacht sind, bedeutend von einander ab. Da indess unsere Kenntniss von der Natur der Pflanzen, ihrem grössern oder geringern Nutzen als Nahrungsmittel, und ihrer medicinischen Kräfte grösstentheils auf sie beruht, so verspricht die Gesellschaft ihre gewöhnliche goldne Medaille *demjenigen, der durch ältere oder neue Versuche, (die sich beim Wiederholen als genau bewähren,) der chemischen Analyse der Pflanzen den höchsten Grad der Vollkommenheit giebt, und die beste Anleitung zur chemischen Analyse der vegetabilischen Materien einreicht, welche für jeden Fall den leichtesten Weg zeigt und die mehrste Sicherheit giebt, so dass die Processe bei gleicher Sorgfalt immer gleiche Resultate geben.*

2. Um die Ungewissheit zu vermeiden, welche in der Wahl gewisser Arten von Weinessig zu verschied-

nem Gebrauche herrscht, z. B. zu den Speisen, als antiseptisches Mittel, zu verschiednem Fabrikgebrauch u. s. w., und um nach festen Grundsätzen den Handel mit Weinessig verbessern zu können, wird verlangt zu wissen: A) *welches sind die Eigenschaften und Bestandtheile der verschiedenen bei uns gebräuchlichen einheimischen und ausländischen Arten von Weinessig, und wie läßt sich die verhältnißmäßige Stärke derselben auf eine leichte Art bestimmen, ohne dazu bedeutender chemischer Vorrichtungen zu bedürfen?* B) *welche Arten von Weinessig sind, chemischen Versuchen zu Folge, für die schicklichsten zu dem verschiednen Gebrauch zu halten, den man vom Weinessig macht? und was folgt daraus für die Vervollkommnung des Handels mit Weinessig?*

3. *Welches ist der wahrscheinliche Ursprung des sogenannten Sperma ceti? Läßt sich diese Substanz vom Wallfischöhle trennen, oder läßt sie sich darin erzeugen, und würde diese Erzeugung vortheilhaft seyn?*

4. *Welche Arten von Gräsern geben auf sandigen, lehmigen und sumpfigen Wiesen das nahrhafteste Futter für Rindvieh und Pferde; und wie lassen sie sich am besten auf diesen Wiesen statt der minder nützlichen Pflanzen anbauen und vermehren?*

5. *In wie weit läßt sich über die Fruchtbarkeit des Bodens, er sey bebaut oder liege wüst, aus den von Natur auf ihm wachsenden Pflanzen urtheilen; und wie weit können diese als Kennzeichen von dem dienen, was man zur Verbesserung des Bodens zu thun hat?*

6. *Was weiß man von der Erzeugung und der Lebensweise der Fische in Flüssen und in stehenden Gewässern, besonders der Fische, die uns als Nahrungsmittel dienen? und was hat man dem zu Folge zu thun und was zu vermeiden, um die Vermehrung der Fische zu begünstigen?*

7. *Was ist Wahres an allen den Anzeigen der bevorstehenden Witterung oder der Witterungsveränderungen, welche man aus dem Flug der Vögel, aus dem Schreien der Vögel oder andrer Thiere, und was man sonst an verschiedenen Thieren in dieser Hinsicht bemerkt hat, vernehmen will? Hat die Erfahrung in diesem Lande irgend eins derselben oft genug bestätigt, dass man sich darauf verlassen kann? Was ist im Gegentheil darin zweifelhaft oder durch die Erfahrung widerlegt? und in wie weit läfst sich das, was man beobachtet hat, aus dem erklären, was man von der Natur der Thiere weifs?* Die Gesellschaft wünscht blos, alles, was die Erfahrung in dieser Hinsicht über Thiere, die in diesem Lande einheimisch sind, oder die man manchmal bei uns sieht, gelehrt hat, zusammengestellt zu sehn, damit die Antwort für die Einwohner dieses Landes vorzüglich von Nutzen sey.

Noch läuft für folgende Frage der Bewerbungs-Termin ab *mit dem 1ten Januar* 1813.

Ein genauer Catalog aller wirklich einheimischen, und nicht blos hierher versetzten, Säugthiere, Vögel und Amphibien dieses Landes, mit ihren verschiednen Namen in den verschiednen Theilen der Republik, ihre generischen und specifischen Charaktere nach Linné, und eine Hinweisung auf die beste bekannte Abbildung eines jeden. Die Gesellschaft verspricht denen, die bis dahin wenig bekannte und interessante Beobachtungen über diesen Gegenstand bekannt machen werden, Ehrenpreise, die dem Interesse ihrer Beiträge angemessen seyn sollen.

II. Für gegenwärtiges Jahr giebt die Gesellschaft *sechs neue physikalische Preisfragen* auf, für welche ebenfalls zu Ende geht der

Concurrenz-Termin am 1ten Januar 1813.

1. *Welches sind die Bestandtheile des Safts derjenigen Runkelrüben, die man für die besten zur Syrup- und zur Zucker-Bereitung hält; ist ihr zuckrig-schleimiger Bestandtheil ein Princip, eigner Art, oder wahrer Zucker an irgend eine andre*

Materie gebunden? Giebt es, im ersten Fall, chemische Mittel, einen Theil des zuckrigen Schleims in wahren Zucker zu verwandeln? Und welche Eigenschaften hat, im zweiten Fall, die mit dem Zukker verbundne Materie, und wie läſst sie sich von dem Zucker so scheiden, daſs der zurückbleibende Syrup zum häuslichen Gebrauche tauglich bleibe?

2. *Besteht das farbige Satzmehl, welches man Indigo nennt, stets aus denselben Bestandtheilen, so daſs die Farben-Verschiedenheit der verschiednen im Handel vorkommenden Arten allein von fremdartigen Beimischungen herrührt? Wenn dieses nicht der Fall ist, worin unterscheidet sich die Zusammensetzung dieser verschiednen Arten? Oder ist es der Fall, welches sind jene fremdartigen Theile, und wie lassen sie sich von dem färbenden Theile trennen? Ist endlich das farbige Satzmehl aus der Indigopflanze von derselben Natur, als das im Waid vorhandene?*

3. Da die gewöhnliche Tinte nach einiger Zeit blaſs wird, und ſich durch Säuren auslöſchen läſst, ſo frägt man: *Wie läſst sich Tinte machen, die der Einwirkung der Luft und der Säuren, (besonders der verdünnten Salpetersäure, der oxygenirten Salzsäure, dem Sauerkeesalz u. d. m.) widersteht und nicht schwächer von Farbe wird?* Die Geſellſchaft wünſcht, daſs man nicht blos die Zuſammenſetzung unauslöſchlicher Tinte beſchreibe, ſondern zugleich ihre Eigenſchaften nach chemiſchen Grundſätzen erkläre.

4. Obſchon das Begraben von Todten in Kirchen und neben bewohnten Oertern dadurch von ſehr ſchädlichen Folgen ſeyn kann, daſs ſich Gasarten, welche durch die Fäulniſs hervorgebracht werden, in der Atmoſphäre umher verbreiten, ſo iſt nichts deſto weniger gewiſs, daſs die Gefahr durch die Zerſetzung, welche ein groſser Theil dieſer luftförmigen Ausflüſſe gleich nach ihrer Erzeugung leidet, gar ſehr vermindert wird. Es wird daher gefragt: *durch welche Mittel es sich möge bewirken lassen, daſs alle diese entstehenden Gasarten in der Erde zersetzt werden, ohne in die*

Luft aufzusteigen, um auf diese Art für die Lebenden alle Gefahr abzuwenden, welche aus dem Begraben neben bewohnten Oertern entstehn kann?

5. *Was weiss man von dem Auslaufen des Saftes einiger Bäume und Sträucher im Frühjahr, wie z. B. der Weinrebe, der Pappel, der Esche, des Ahorns und anderer; was läst sich darüber durch ferneres Beobachten lernen; welche Folgerungen kann man daraus über die Ursache des Aufsteigens des Saftes in den Bäumen und Pflanzen ziehn, — und welche für die Baumzucht nützliche Belehrungen lassen sich aus den Fortschritten der Wissenschaft in Hinsicht dieses Gegenstands ziehn?*

6. *Welche Vortheile bringen in diesem Lande Frost und Schnee dem Anbau nützlicher Pflanzen? Was läst sich thun, um ihren wohlthätigen Einfluss zu vermehren; und welche Vorsichtsmaſsregeln hat man aus Erfahrung als die besten kennen gelernt, um der Gefahr vorzubeugen, welche starker Frost Bäumen und Pflanzen droht?*

III. In den vorhergehenden Jahren hat die Gesellschaft noch 19 andere *Preisfragen aus der Physik* aufgegeben, um die der Bewerbungs-Termin mit dem 1. Januar 1812 zu Ende gegangen ist*).

IV. *Preisfragen aus der Philosophie.*

1) Auf die Preisfrage: „*Haben die Pflichten der Moral, welche für einzelne gelten, auch für Gesellschaften gegen einander eine verbindende Kraft? wie läst sich das beweisen, und auf welche Weise wird die Verpflichtung bei dieser weitern Ausdehnung modificirt?*" waren sechs Beantwortungen eingegangen mit folgenden Devisen: A) *In quibus eadem studia* etc.; deutsch; B) *Nihil est* etc.; lateinisch und

*) Man findet sie in dem vorjährigen Programm (diese *Annalen N. F.* B. 5. S. 489. f.); da der Bewerbungs-Termin bereits abgelaufen ist, so wird es mir die Gesellschaft verzeihen, wenn ich sie (und ein paar philosophische und antiquarische Preisfragen, mit denen es dieselbe Bewandtniss hat) hier nicht wiederhole. Gilbert.

deutsch; C) *Veritas sermo simplex est*, deutsch; D) *Salus publica* etc., deutsch; E) *La reputation* etc., französisch; F) ohne Devise, deutsch. Keine dieser Abhandlungen würde des Preises für würdig erkannt.

V. *Literarische und antiquarische Preisfragen.*

Die folgende Frage, um die der Bewerbungs-Termin mit dem 1. Jan. 1811 zu Ende gegangen, und auf die keine Beantwortung eingekommen ist, wiederholt die Gesellschaft, und läfst den *Concurrenz-Termin bis zum 1. Jan.* 1813 offen:

„Es wird verlangt, *dass man aus den Schriften der alten Griechen und Römer nachweise, welche Kenntnisse über Gegenstände der Experimental-Physik sie gehabt haben, und ob aus ihren Schriften unwiderleglich hervor gehe, dass sie in dem einen oder dem andern Zweige derselben Kenntnisse besessen haben, die jetzt verloren gegangen sind?*

Für die folgende Frage geht der Bewerbungs-Termin ebenfalls zu Ende *mit dem* 1. *Januar* 1813.

Da es keine raisonnirende antiquarische Beschreibung der alten Begräbniss-Monumente im Departement der Drenthe und im Herzogthum Bremen, die man *Hunnenbodden* nennt, giebt, so fragt die Gesellschaft: *von welchen Völkern rühren die Hunnenbodden her? zu welcher Zeit läfst sich annehmen, dass sie diese Gegenden bewohnten?* Da die Geschichte über diese Monumente keine genügende Aufklärung giebt, so wünscht die Gesellschaft: 1) dass man sie mit ähnlichen Monumenten vergleiche, die man in Grossbritannien, Dänemark, Norwegen, Deutschland, Frankreich und Russland findet; 2) dass man die Grabsteine, die Urnen, die Waffen, die Zierrathen und das Opfergeräth, welche in diesen Hunnenbodden liegen, mit den Urnen, Waffen und ähnlichen Geräthen vergleiche, die man in den Grabstätten der alten Deutschen, Gallier, Slaven, Hunnen und andrer nordischen Völker, über welche Pallas mehrere Particularitäten giebt, gefunden hat. Die Gesellschaft setzt auf eine genügende

Antwort die goldne Medaille und einen ausserordentlichen Preis von 30 Ducaten.

Auf eine unbestimmte Zeit:

1. *Hat man wirklich Grund der Stadt Harlem die Ehre streitig zu machen, dass in ihr die Buchdruckerkunst mit einzelnen beweglichen Lettern vor dem Jahr 1440, von Lorenz Hanss Coster erfunden ist, und ob sie nicht von dort erst nach Mainz gebracht, und daselbst dadurch verbessert worden, dass man statt der hölzernen Buchstaben aus Zinn gegossene genommen hat?* Die Gesellschaft erhöht den gewöhnlichen Preis mit 50 Ducaten für den, der neue oder besser bewährte Beweise als bisher geben sollte. Auch verspricht sie demjenigen, der ihr irgend einen Umstand in Beziehung der Erfindung der Buchdruckerkunst mittheilen wird, aus welchem sich über die Frage einiges Licht ziehen läſst, einen der Wichtigkeit desselben entsprechenden Ehren-Preis.

VI. *Preisfragen aufgegeben auf eine unbestimmte Zeit:*

1. *Was hat die Erfahrung über den Nutzen einiger, dem Anscheine nach schädlicher Thiere, besonders in den Niederlanden, gelehrt, und welche Vorsicht muss deshalb in ihrer Vertilgung beobachtet werden?*

2) *Welches sind die ihren Kräften nach bis jetzt wenig bekannten einheimischen Pflanzen, die in unsre Pharmakopöen gebracht werden, und ausländische ersetzen könnten?* Abhandlungen, welche hierüber der Gesellschaft eingereicht werden, müssen die Kräfte und Vortheile dieser einheimischen Arzneimittel nicht mit Zeugnissen blos von Ausländern, sondern auch mit Beobachtungen und Versuchen, die in unsern Provinzen angestellt sind, belegen.

3) *Welcher bisher nicht gebrauchten einheimischen Pflanzen könnte man sich zu einer guten und wohlfeilen Nahrung bedienen, und welche nahrhafte ausländische Pflanze könnte man hier anbauen?*

4) *Welche bisher unbenutzten einheimischen Pflanzen geben zufolge wohl bewährter Versuche gute Farben, die sich mit Vortheil in Gebrauch setzen liessen? und welche exotische Farbepflanzen liessen sich auf wenig fruchtbarem oder wenig bebautem Boden dieser Republik mit Vortheil ziehen?*

5) *Was weiss man bis jetzt über den Lauf oder die Bewegung des Safts in den Bäumen und andern Pflanzen? Wie liesse sich eine vollständigere Kenntniss von dem erlangen, was hierin noch dunkel und zweifelhaft ist? Und führt das, was hierin durch entscheidende Versuche gut bewiesen ist, schon auf nützliche Fingerzeige für die Kultur der Bäume und Pflanzen?*

Noch erinnert die Gesellschaft, dass sie schon in der ausserordentlichen Sitzung vom Iahr 1798 beschlossen hat, in jeder jährlichen ausserordentlichen Sitzung zu deliberiren, ob unter den Schriften, die man ihr seit der letzten Sitzung über irgend eine Materie aus der Physik oder Naturgeschichte zugeschickt hat, und die keine Antworten auf die Preisfragen sind, sich eine oder mehrere befinden, die eine *ausserordentliche Gratification* verdienen, und dass sie der interessantesten derselben die silberne Medaille der Societät und 10 Ducaten zuerkennen wird.

Die Gesellschaft wünscht möglichste Kürze in den Preisabhandlungen, Weglassung von allem Ausserwesentlichen, Klarheit und genaue Absonderung des wohl bewiesenen von dem was nur Hypothese ist. Alle Mitglieder können mit concurriren; nur müssen ihre Aufsätze und die Devisen mit einem *L* bezeichnet seyn. Man kann holländisch, französisch, lateinisch oder deutsch antworten; nur muss man mit lateinischen Buchstaben schreiben. *Keine Abhandlung wird zugelassen werden, der es anzusehen ist, dass die Handschrift von dem Verfasser selbst herrührt, und selbst die zugesprochene Medaille kann nicht ausgehändigt werden, wenn man die Handschrift des Verfassers in der eingegebenen Abhandlung entdeckt.* Die Abhandlungen werden mit den versiegelten Devisenzetteln

eingeschickt, an den Herrn M. van Marum, Secretär der Gesellschaft. — Der *Preis* auf jede Frage ist eine goldne Medaille 30 Ducaten werth, mit dem Namen des gekrönten Verfassers am Rande, oder diese Geldsumme. Wer einen Preis oder ein Accessit erhält ist verpflichtet, ohne ausdrückliche Erlaubniss der Gesellschaft seinen Aufsatz weder einzeln noch sonst wo drucken zu lassen.

Die Gesellschaft hat zu Mitgliedern ernannt die Herren: *G. Cuvier*, beständigen Secretär des National-Instituts, Titularrath der Universität und Professor der Naturgeschichte und vergleichenden Anatomie in Paris; *F. Noël*, Ehrenrath der Universität; *Pougens*, Mitgl. des National-Instituts; Baron *van Pabst*, tot Bingerden zu Kleve; *Kleinhoft van Enspijk*, D. M. zu Amsterdam; *Salomon*, D. M. zu Leiden; *De Chaufepié*, Wallonischen Prediger zu Delft, und *Nieuwenhuizen*, D. Ph. zu Utrecht.

Taf. III.

Young's Apparat die Farben dünner Platten darzustellen.

Fig. 1.

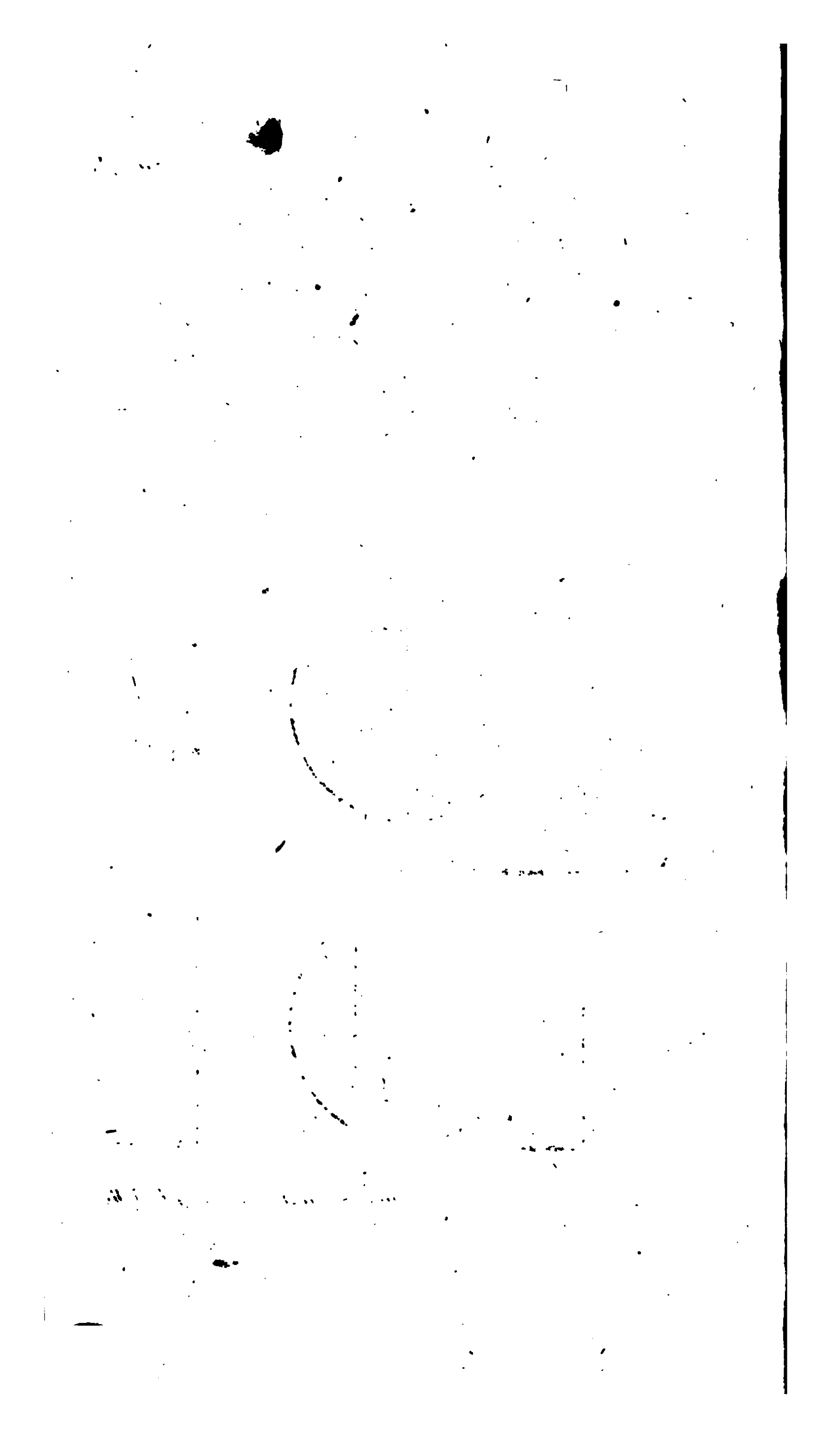
Fig. 2.



Taf. IV.

Fig. 1.

Fig. 2.



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1811, ZWÖLFTES STÜCK.

I.

Historisch-kritische Untersuchung über die festen Mischungs-Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, und über die Gesetze, welche man in ihnen in den neusten Zeiten entdeckt hat;

von

L. W. Gilbert,

Prof. d. Phys. an d. Univ. zu Leipzig.

Meine akademische Schrift: *Dissertatio historico-critica de mistionum chemicarum simplicibus et perpetuis rationibus earumque legibus nuper detectis, Lipsiae* 1811. 4. (s. den vorigen Band dieser Annalen S. 471.) ist so gut wie gar nicht in den Buchhandel gekommen. Wiederholte Nachfragen nach ihr lassen mich glauben, dass meine Leser sie hier nicht ungern in der Muttersprache mit Uebergehung des Ausserwesentlichen finden werden. Auch verdient sie vielleicht eine Stelle in den Annalen der Physik, als eine kritische Einleitung in die neusten Verhandlungen der physikalischen Chemie, besonders in die Arbeiten, mit denen Hr. Prof. Berzelius die Annalen geziert hat, und als ein neuer Beweis bisher noch sehr zweifelhafter

ſtöchyometriſcher Geſetze des ſel. Richter. „Ich habe, heiſst es in der Einleitung, meine Laufbahn als akademiſcher Docent auf der Univerſität zu Halle mit mathematiſchen Vorleſungen angefangen (im J. 1795); bei dem Tode des ausgezeichneten Chemikers und Phyſikers Gren (im Dec. 1798) erwählte ich die Phyſik zu meinem Hauptfache; und als nach der kurzen Anweſenheit des jetzigen Profeſſors der Chemie zu Petersburg, Hrn. Scherer's, in Halle, die ordentliche Profeſſur der Chemie mir übertragen wurde (im J. 1801), vereinigte ich das chemiſche mit dem phyſikaliſchen Lehrfach. Es ſchien mir, aus dieſem Grunde, ein Gegenſtand, der allen drei Lehrfächern, in welchen ich mich bisher verſucht habe, angehört, unter allen der paſſendſte zu ſeyn zu den akademiſchen Schriften, die ich bei meinem Antritte der phyſikaliſchen Profeſſur auf der Univerſität zu Leipzig auszuarbeiten hatte. Nicht unſchicklich würde ich aber dieſe Abhandlung auch haben überſchreiben können: Von dem Beginnen, durch Aufſuchung der feſten und einfachen Miſchungs-Verhältniſſe der Körper in der Natur, und deren Geſetze, die chemiſchen Unterſuchungen der ſtrengen Berechnung fähig zu machen, und theils eine mathematiſche Chemie, theils eine gereinigte Art von Corpuscular-Philoſophie zu begründen."

Die Materie, welche ich mir in dieſer Abhandlung zu bearbeiten vorgenommen habe, gehört zu den verwickeltſten und feinſten in den chemiſchen Theilen der Phyſik, und die Aufſchlüſſe, welche wir über ſie jetzt zu erhalten anfangen, müſſen für unſere ganze Anſicht der Natur beſtimmend und entſcheidend werden. Es iſt meine Abſicht, von den feſten Miſchungs-Verhältniſſen, welche wir bei genauerem Forſchen immer in mehreren Verbindungen der Körper eines

mit dem andern auffinden, und von den Gesetzen, die sich uns in ihnen offenbaren, kritisch und historisch zu handeln.

1. *Bergmann und Lavoisier.*

Wir dürfen bei dieser Untersuchung unter den nicht mehr Lebenden vorzüglich zwei ausgezeichnete Naturforscher nicht unerwähnt lassen, die beide von der Mathematik aus zur Chemie übergegangen sind: den grossen Chemiker Torbern Bergmann, der von 1767 bis 1784 auf der Universität zu Upsala in Schweden Physik und Chemie mündlich und schriftlich lehrte; und den geistvollen Forscher Lavoisier, dessen Scharfsinn, Nüchternheit und unermüdlicher Ausdauer bei einem lange verkannten Bemühen (1771 bis 1794) wir unser jetziges Lehrgebäude der Chemie verdanken, das durch jede der bewundernswürdigen Entdekkungen unserer Tage aufs neue bestätigt und fester begründet worden ist. Diesen Männern, die durch das mathematische Studium an Schärfe und Klarheit gewöhnt waren, genügte halbe Einsicht und dunkle Ahnung nicht; überall suchten sie in der Chemie Zahl-Präcision einzuführen, das heisst, beim Auffassen und Beurtheilen der chemischen Erscheinungen alles, so weit ihre Mittel reichten, an Maass und Gewicht zu binden; und von ihnen hauptsächlich ging der erste Anstoss zu dem mit Glück ausgeführten Beginnen aus, die Chemie aus dem Zustande

einer vagen Kenntniſs zu dem einer exacten Wiſ-
ſenſchaft zu erheben.

Bergmann hatte vorzüglich die Geſetze der Verwandtſchaft vor Augen, und beſtrebte ſich ſie tief genug zu ergründen, um die chemiſchen Naturerſcheinungen der Berechnung fähig zu machen. Die Verhältniſſe, in welchen ſich die Säuren mit den ſalzbaren Grundſtoffen zu Neutral- und Mittel-Salzen und mit den Metall-Oxyden zu Metall-Salzen verbinden, muſsten hierbei einen Hauptgegenſtand der Unterſuchung ausmachen. Bergmann hat ſich lange und wiederholt damit beſchäftigt, ſie in Zahlen ſcharf zu beſtimmen, und ſchon er bemerkte in den Miſchungs-Verhältniſſen der Metall-Oxyde und der Metall-Salze eine gegenſeitige Abhängigkeit, welche zu den merkwürdigſten der Geſetzmäſsigkeiten gehört, mit denen wir uns in dieſer Abhandlung beſchäftigen werden. Die Wiſſenſchaft der Chemie war indeſs damals noch zu ſehr in ihrer Kindheit, als daſs man den Werth des Gefundnen hätte zu ſchätzen, oder das Gefundene ſelbſt zu bewähren und zu brauchen gewuſst.

Dem Begründer des neuern Syſtems der Chemie war es bei ſeinen Forſchungen hauptſächlich um die Aufſchlüſſe zu thun, zu welchen uns eine genaue Analyſe der Erſcheinungen des Verbrennens führt. Dieſe Erſcheinungen ſind von ihm in ihrer ganzen Mannigfaltigkeit, ſo weit ſie damals bekannt waren, mit groſsem Scharfſinn, und einer vor ihm nie erreichten Genauigkeit ergründet worden; und

dabei hat Lavoisier die Verhältnisse, in welchen sich die brennbaren Körper mit dem Sauerstoff bei schnellem und bei langsamen Verbrennen vereinigen, auf eine Art bestimmt, die selbst in unsern Zeiten nur kleiner Berichtigungen bedurft hat.

Beide Naturkündiger haben sich zwar, so viel ich weiss, nicht mit ausdrücklichen Worten darüber erklärt, ob die Verhältnisse, nach welchen die Mischungen der Körper erfolgen, fest und einfach sind, oder ob sie durch unmerkliche Abstufungen in einander übergehen; es war aber unstreitig ihre Meinung, dass es eine Eigenthümlichkeit fast aller chemischer Verbindungen sey, dass sie nach einem einzigen, oder doch nur nach sehr wenigen festen Verhältnissen der Bestandtheile erfolgen, welche unter allen Umständen dieselben sind; und dieses scheinen sie für ein chemisches Axiom gehalten zu haben. Ihr Bemühen, überall die bestimmten Zahlwerthe der Mischungs-Verhältnisse aufzufinden, würde in der That eitel und vergeblich gewesen seyn, wenn die Natur sich hierin anders verhielte.

Wir kennen aber doch viele Körper, von denen es kaum zweifelhaft zu seyn scheint, dass sie sich nach unbestimmten, vielleicht nach unendlich vielen, zwischen Gränzen eingeschlossenen, Verhältnissen mit einander verbinden. So lassen sich die mehrsten Metalle eines mit dem andern, wie man fast allgemein glaubt, nach allen Verhältnissen zusammen schmelzen, bis die Verschiedenheit ihrer specifischen Gewichte, ihrer Schmelzbarkeit, und

ihrer Flüchtigkeit Gränzen der Sättigung bestimmen; so die Erden und andern Basen der Salze, die mit einander beim Schmelzen verglasen, und in der Natur in den Steinen nach sehr vielen und unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen verbunden zu seyn scheinen; so die Salze und andre Körper beim Auflösen in Wasser, die Harze beim Auflösen in Alkohol, und viele Flüssigkeiten beim Zusammengiessen mit Wasser und unter einander, — welche letztere Vereinigungen schon Lavoisier durch den Namen *solutions* von den eigentlichen *dissolutions* unterschieden haben wollte *).

2. Berthollet.

Allgemeines Gesetz der chemischen Kraft; Erklärung der Auflösung, und der Gränzen und festen Verhältnisse in den Verbindungen.

Der ehrwürdige Verfasser des Versuchs einer chemischen Statik, Herr Berthollet, Mitglied des Erhaltungs-Senats und des Instituts von Frankreich, der in diesem klassischen Werke versucht hat, die Bedingungen zu entwickeln, von denen das Gleichgewicht in den Wirkungen der chemischen Kräfte und ein fest bestehender Zustand der zusammengesetzten Körper abhängt, — mit einem Tiefsinne, der desto mehr Bewunderung erregt, je genauer man seine Ideen studirt, — hat in diesem

*) *Traité élémentaire de Chimie* t. 2, ch. 5: *des moyens que la Chimie emploie pour écarter les uns des autres les molecules des corps sans les décomposer, et reciproquement pour les réunir.*

Werke einen eignen Hauptabschnitt den Umständen gewidmet, welche die Mischungs-Verhältnisse und deren Gränzen in den chemischen Verbindungen bestimmen, und er scheint hier diesen schwierigen Gegenstand, der von den Chemikern bis dahin ganz vernachlässigt worden war, mit einer besondern Vorliebe behandelt zu haben *). Da er der Erste ist, der den Ursachen und Bedingungen der festen Verhältnisse in den Mischungen mit philosophischem Geiste nachgespürt, und sie als Resultate eigner Modificationen der allgemeinen chemischen Kraft darzustellen versucht hat, und da er hier in der That den Grundstein gelegt hat, auf den alle späteren werden fortbauen müssen, so fange ich diese Untersuchungen damit an, seine Ansichten kurz und, wo möglich, lichtvoll darzustellen.

Nach Herrn Berthollet ist die chemische Verwandtschaft eine allgemeine Naturkraft, welche alle heterogene Körper einen mit dem andern zu Körpern neuer Art zu vereinigen strebt, und zwar nach dem von ihm aufgestellten *Gesetze der chemischen Masse.* Diese Vereinigung, lehrt er, würde vermöge der Natur der chemischen Kraft nach allen möglichen Verhältnissen progressiv erfolgen, mit einer Energie, welche von der ursprünglichen Intensität dieser Kräfte und von den Massen abhängt, wenn nicht durch die Schwächung der

*) *Essai de Statique chimique par C. L. Berthollet*, 2 *Voll. Paris* 1803. 8. und zwar Vol. 1, Sect. 5: *Des limites de la combinaison.*

Verwandtschaft mit der Sättigung, und durch die beiden auf mannigfaltige Art sich äussernden Kräfte, die der chemischen Kraft stets entgegen streben, nemlich der Anziehung des Gleichartigen, und dem Bestreben nach Elasticität, (auch durch Ungleichheit des specif. Gewichts,) Trennungen erhalten oder bewirkt würden, welche theils den Verbindungen gewisse Gränzen stecken, zwischen denen diese progressiv nach unendlich verschiedenen Verhältnissen erfolgen können, theils diese Progressionen gänzlich hemmen, und einzelne keiner Varietät fähige Mischungs-Verhältnisse bestimmen.

Dass dieses Gesetz wirklich in der Natur, und dass es das höchste für alle chemische Erscheinungen sey, hat Hr. Berthollet dadurch darzuthun gesucht, dass er in seiner chemischen Statik die Uebereinstimmung aller chemischen Erfahrungen mit diesem Princip, durch welches uns die innerste Natur derselben auf das Genügendste aufgeschlossen werde, nachzuweisen versucht. Alle chemische Vereinigungen geschehen ohne Ausnahme, behauptet er, nach diesem Gesetze, und es giebt in so fern im Wesentlichen nur eine einzige Art von chemischer Vereinigung, welche in Lavoisier's sogenannten *solutions* dieselbe als in dessen *dissolutions* ist, (eine Unterscheidung, die also von Hrn. Berthollet nicht scheint anerkannt zu werden,) und welche in den Auflösungen (*dissolutions*) nur anders modificirt, als in den übrigen Verbindungen ((*combinaisons*) hervortritt, indem diese

beiden, dem ersten Anblick nach wesentlich von einander abweichenden Arten von Vereinigungen, wirklich nicht der Art, sondern nur der Stärke der in ihnen wirkenden chemischen Kraft nach, von einander verschieden sind. Wirken nemlich zwei Körper (von denen wenigstens der eine, damit chemische Wirkung möglich sey, flüssig seyn muss) nur mit schwacher Verwandtschaft auf einander, so treten sie häufig miteinander in zweierlei Vereinigungen, in denen sich einigermaßen entgegengesetzte Kräfte äussern, indem die Wirkung damit anfängt, dass die festen Theilchen sich mit den flüssigen sättigen, so weit ihre Wirkungssphäre reicht, und wenn dadurch die Cohäsion geschwächt ist, der flüssige Körper diese Vereinigungen von einander entfernt, und gleichförmig in sich verbreitet, wobei ein zweiter Zustand von Sättigung entsteht *). In dieser Ansicht, welche Hr. Berthollet nach Verschiedenheit der Umstände noch etwas modificirt, verschwindet die wesentliche Ungleichartigkeit, welche Viele zwischen den Auflösungen *(dissolutions)* und den eigentlichen chemischen Verbindungen *(combinaisons)*, und Lavoisier zwischen der *solution* und der *dissolution* zu sehn meinten, und wird die ganze chemische Wirksamkeit auf ein einziges, nur durch die Umstände und durch andre einwirkende Kräfte modificirtes Gesetz zurückgeführt, in welchem die chemische Statik die höchste

*) S. *Essai de Stat. chim.* Vol. I. Sect. 1. ch. 2, *de la dissolution,* und Sect. 5. ch. 2. *de l'action des dissolvans.*

Regel sieht, nach der alle chemische Wirkungen erfolgen. Für die Verbindungen sowohl als für die Auflösungen sind, nach ihr, progressive Vereinigungen nach unendlich vielen, unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen der allgemeine Typus, der sich in manchen Auflösungen rein darstellt; Gränzen und feste Verhältnisse sind nur Beschränkungen, durch die eigne Art der Wirksamkeit der chemischen Kraft und durch die ihr widerstrebenden Kräfte bewirkt, und es irrt, wer die eigentlichen Verbindungen ihrer Natur nach an feste, geschweige denn an einfache Verhältnisse gebunden glaubt.

Auf welche Art diese letzteren, die Verbindungen nach festen und unveränderlichen Verhältnissen, mit denen wir es hier zunächst zu thun haben, entstehn, das hat Hr. Berthollet in einem eignen Kapitel zu erklären gesucht *). Sobald zwei Körper von nicht zu geringer Verwandtschaft, deren Theilchen durch die kleinste Kraft verschiebbar, d. h. flüssig, sind, mit einander in Berührung treten, erfolgt, nach ihm, vermöge der gegenseitigen Anziehung des Ungleichartigen eine Verdichtung. Bei einigen ist diese Condensation für ein gewisses Verhältniss der Mischung ein *Maximum;* und Körper, bei denen das der Fall ist, können sich, nach Hrn. Berthollet, nur in diesem Verhältnisse mit einander chemisch vereinigen, wenn sie auch nach an-

*) *Ebendas.* Sect. 5, chap. 1. *des proportions des élémens dans les combinaisons.*

dern Verhältnissen gemengt werden: eine Nothwendigkeit, über die er sich nicht weiter verbreitet, obgleich nicht alle der Meinung seyn dürften, dass sie für sich am Tage liege. Alle Verbindungen nach festen Verhältnissen entstehn, nach Hrn. Berthollet, auf diese Art; sie sind die seltensten unter allen chemischen Vereinigungen, und da grosse Condensationen überhaupt nur bei Körpern Statt finden, welche die Gasgestalt haben, so sind es besonders die Gasarten, in deren Verbindungen sich die festen und unveränderlichen Mischungs-Verhältnisse zeigen. So z. B. vereinigen sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas immer nur zu Wasser, und zwar nach dem unveränderlichen Verhältnisse der Voluminum von 1:2, und der Gewichte von 88,3:11,7 *); und Stickgas und Wasserstoffgas immer nur zu Ammoniak, und zwar in dem festen und unabänderlichen Verhältnisse der Voluminum von 1:3 und der Gewichte von 81,525:18,475 **). — Körper dage-

*) Das letztere Verhältniss ist bewiesen durch die wichtigen Versuche der HH. von Humboldt und Gay-Lussac über die eudiometrischen Mittel (s. *Annal. d. Phys.* B. 26. od. Jahrg. 1805. St. 5. S. 38. f.), das erstere folgt aus diesem, wenn man das specif. Gewicht des Sauerstoffgas zu 1,10359 und das des Wasserstoffgas zu 0,07321 annimmt, wie die HH. Arago und Biot sie gefunden haben (B. 27. S. 94.). Hr. Gay-Lussac nimmt indess in seiner öfters zu erwähnenden Abhandlung über die Verbindung der gasförmigen Körper eines mit dem andern, dieses Verhältniss an zu 86,733:13,266 (s. B. 36. Jahrg. 1810. St. 9. S. 36.), ohne anzuzeigen, was ihn hierzu berechtigt.

**) Nach den Bestimmungen Berthollet's des Sohns und Gay-Lussac's am ang. Orte B. 36. S. 14 u. 36.

gen, welche sich nur wenig verdichten, wenn einer in die Wirkungssphäre des andern tritt, verbinden sich nach allen Verhältnissen, bis durch Schwächung der chemischen Kraft mit der Sättigung Begränzung derselben, und dadurch ein Anfang und Ende der Vereinigung entsteht, diesseits und jenseits welcher die Kraft der Verwandtschaft die ihr entgegenstehenden Hindernisse nicht zu überwältigen vermag; und von dieser Art sind, wie Hr. Berthollet einzeln nachzuweisen sucht, bei weitem die mehrsten Arten von chemischen Verbindungen. — Wird die Kraft noch schwächer, so tritt der Zustand von zweierlei Sättigung ein, der das Eigenthümliche der *Auflösungen* ausmacht, indem sich dann die entstehende Vereinigung gleichförmig durch das Auflösungsmittel verbreitet.

Und so haben also, (fassen wir diese Ansichten noch einmahl ins Kurze zusammen,) nach Hrn. Berthollet, sowohl die festen Mischungs-Verhältnisse in den chemischen Verbindungen, als die constanten Gränzen der progressiven Verhältnisse, ihren Ursprung: *erstens* in der Eigenschaft der chemischen Verwandtschaft, dass die Kraft, mit der ein Element der Verbindung das andere festhält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieses andern Elementes wächst; und *zweitens* in dem Widerstande, der aus der Cohäsion, wie sie in den Elementen der Verbindung war, oder durch ihre gegenseitige Condensation geworden ist, und aus der diesen Elementen eigenen Elasticität entspringt, zweien mit der Temperatur an Stärke variirenden

Kräften, welche (und so auch der Unterschied der specifischen Gewichte,) der Verwandtschaft entgegen streben und die Wirkungen derselben beschränken.

Dieses ist das Wesentliche der Erklärung des Hrn. Berthollet. Man dürfte vielleicht fragen, ob wohl das Erscheinen von *Maximis* in der Condensation der sich verbindenden Elemente in einigen Mischungen, auf welche dieser tiefsinnige Forscher alles Hervortreten von festen und unveränderlichen Verhältnissen in den chemischen Verbindungen zurückführt, ein uns besser bekanntes und an sich lichtvolleres Phänomen, als das zu erklärende sey? und ob durch diese Zurückführung die Erklärung nicht mehr hinausgeschoben als wirklich gegeben werde; indem nun, statt der vorigen Aufgabe, die Frage eintritt nach den Bedingungen und Ursachen der *Maxima* in den Condensationen, welche sich nach Hrn. Berthollet nur bei einigen, aber nicht bei allen Mischungen zeigen. Vielleicht dürfte auch bei der Zurückführung der Auflösungen auf das allgemeine Gesetz der chemischen Vereinigungen, so scharfsinnig sie auch ist, doch noch nicht alles Schwierige entfernt seyn. — Wenn man indess eingestehn muss, dass es schon ein bedeutender Gewinn für unsere Einsicht in die Natur ist, verschiedenartige Phänomene, deren Abhängigkeit von einander man nicht übersah oder selbst verkannte, in ihrem nothwendigen Zusammenhange dargestellt zu sehn; so ist unstreitig durch die hier skizzirten tiefsinnigen Erörterungen

Berthollet's ein grosser Schritt zur Erklärung der festen Verhältnisse und der Gränzen in den chemischen Vereinigungen gethan, sollten gleich noch viele Schritte zu thun übrig bleiben, ehe wir hierin zu einer genügenden Einsicht gelangen werden.

Der Versuch einer chemischen Statik scheint nach mehreren Stellen zu urtheilen, von dem Verfasser im J. 1802 zuletzt überarbeitet zu seyn. Damals aber lagen die experimentalen Untersuchungen fast alle noch unberührt, welche in diesem schwierigen Theile der Philosophie der Chemie die Grundlage ausmachen müssen, und welche über die mehrsten der aufgefassten Ansichten allein entscheiden können. Nach dem damaligen Zustande der Wissenschaft, und in seiner im Ganzen gewiss sehr richtigen Ansicht der chemischen Erscheinungen, konnte Hr. Berthollet schwerlich, weder anders urtheilen, noch diesen Gegenstand weiter verfolgen, als er es mit grossem Scharfsinn gethan hat, ohne ganze Reihen neuer und schwieriger Versuche durchzuführen, welche die Kräfte und die Zeit Eines Naturforschers überstiegen. Jetzt, nachdem so viele Materien, auf welche es hierbei ankam, in ein helleres Licht gesetzt worden sind, würde er vielleicht (ist es anders nicht zu kühn, in der Seele eines Berthollet zu urtheilen) seine Ansicht von dem allgemeinen Naturgesetze, das alle chemische Wirkungen regelt, — dem Gesetze der chemischen Massen, denen entsprechend die Natur progressive Verbindungen nach allen Verhältnissen zu bilden

bestrebt ist, — zwar nicht abändern; wohl aber die Natur und den Ursprung der festen und unveränderlichen Mischungs-Verhältnisse, welche man seitdem weit häufiger, und auf eine Art, wie man es nicht vermuthete, in der Natur aufgefunden hat, auf eine etwas andere Weise aufgefaſst und dargestellt haben.

3. *Proust.*

Festes Mischungs-Verhältniſs der Metall-Oxyde, der Schwefel-Metalle und der Metall-Salze. Verbindung und Zergehung. Sein Gesetz der festen Proportionen.

Herrn Berthollet's Werk, welches als das Vorzüglichste unter denen in den Naturwissenschaften während den letzten zehn Jahren geschriebenen, in Frankreich vor kurzem mit einem der groſsen von dem Kaiser ausgesetzten zehnjährigen Preise, einstimmig gekrönt worden ist *), — erschien zu einer Zeit, als ein anderer geistvoller französischer Chemiker in seinen Arbeiten über die Metalle auf Erfahrungen war geführt worden, mit welchen die Meinungen, die man bis dahin von mehreren Arten von Verbindungen der Metalle mit andern Körpern hatte, nicht übereinstimmten; und bei deren weiterem Verfolg dieser Chemiker sich zu Ansichten erhob, die von den hier vorgetragenen so weit abwichen, daſs er gegen den Verfasser der chemischen Statik offen, als Kritiker, in die Schranken trat.

*) *Annal. d. Phys.* B. 33. Jahrg. 1810. St. 12. S. 416.

Herr Prouſt, damals Profeſſor der Chemie zu Madrit, jetzt wieder in Paris lebend, hatte im J. 1801 eine zuſammenhängende Reihe von Unterſuchungen über die Metalle, beſonders über deren Verbindungen mit dem Sauerſtoffe, mit dem Schwefel und mit den Säuren begonnen, um durch genauere Erforſchung der Natur dieſer Verbindungen und ihrer Miſchungs-Verhältniſſe, als ſie damals bekannt war, eine weſentliche Lücke in der chemiſchen Wiſſenſchaft auszufüllen. Er gelangte bei dieſen eben ſo ſchwierigen als intereſſanten Arbeiten Schrittweiſe zu ſehr merkwürdigen Reſultaten, welche er mit der ganzen Lebendigkeit ſeines Geiſtes auffaſste, und auf eine Art durchführte, die Ueberzeugung bewirken muſste. Einige ausgezeichnete Naturforſcher, welche ſeinen Weg weiter verfolgten, hat dieſer Pfad zu einer Höhe geführt, welche manche Chemiker ſchwindeln macht.

In der chemiſchen Statik wird mit durch die Metall-Oxyde der Beweis geführt, daſs zwiſchen der erſten und letzten möglichen Gränze der Verbindungen zweier Körper mit einander, — z. B. zwiſchen dem ſchwarzen Eiſenoxyde, welches 29,25 Theile Sauerſtoff, und dem rothen Eiſenoxyde, welches 44,25 Theile Sauerſtoff auf 100 Theile Metall enthält *), — unendlich viel andre Verbindungen (hier Eiſenoxyde) inne liegen, deren Miſchungsverhältniſſe zwiſchen jene fallen. Beſonders ſchienen

*) Nach Verſuchen des Hrn. Berzelius, *Annal. d. Phyſ.* J. 1811. St. 3. B. 37. S. 313.

die verſchiednen Metallſalze aus einerlei Säure und Metall hiervon redende Beweiſe abzugeben. Und daſs auch der Schwefel mit den Metallen nach ſehr viel verſchiedenen Verhältniſſen gemiſcht ſey, von denen jedes der Verbindung andre Eigenſchaften gebe, ſcheint Berthollet damals noch für eine Lehre gehalten zu haben, an die kein Chemiker zweifeln könne. Prouſt's hierher gehörige Verſuche, ſo weit ſie damals bekannt waren, hatte Hr. Berthollet zweifelnd, und ſeine Meinungen misbilligend erwähnt. Kaum war der Verſuch einer chemiſchen Statik (im Jahre 1804) erſchienen, ſo trat Herr Prouſt auf, und beſtritt und widerlegte jene damals allgemein verbreitete Meinungen von den Metall-Oxyden *) und den Schwefel-Metallen **), — nicht ohne Glück. Zugleich ſuchte er darzuthun, Berthollet habe einen weſentlichen Unterſchied in den chemiſchen Vereinigungen überſehn, und es müſſe an die Stelle von deſſen allgemeinem Geſetze der chemiſchen Wirkſamkeit vielmehr ein anderes geſtellt werden, welches er das *Geſetz der unveränderlichen Proportionen* nannte; worin er indeſs zu leicht und zu flüchtig verfuhr, als daſs er auf Berthollet's Beiſtimmung und auf die der philoſophiſchen Chemiker hätte hoffen dürfen.

*) *Sur les oxydations metalliques*, im *Journ. d. Phyſ.* A. 1804, Nov. t. 49. p. 321. f.

**) In vielen weiter unten nachzuweiſenden Aufſätzen.

Die *Metalle* können bekanntlich auf mehrerlei Weise *oxydirt* werden. Die gewöhnlichsten Mittel, dieses zu bewerkstelligen, sind Wärme und Säuren. Wird ein Metall unter freiem Zutritt der atmosphärischen Luft, oder in Sauerstoffgas, hinlänglich erhitzt, so bemächtigt es sich des Sauerstoffs dieser luftförmigen Körper, und vereinigt sich mit ihm entweder durchgängig, oder nur an der Oberfläche, und zwar in dem letztern Fall zu einer höchst feinen Lage farbigen Oxyds, mit der es anläuft. Die Säuren beschleunigen theils die zersetzende Einwirkung der Metalle auf das Wasser, theils werden sie selbst durch die Metalle zersetzt, und je nachdem diese Einwirkungen mit mehr oder weniger Intensität vor sich gehn, kann eine Verschiedenheit in den Producten Statt finden. In so viel verschiednen Farben das Metalloxyd oder die Oberfläche des Metalls erscheinen, so vielerlei verschiedene Oxyde und Oxydations-Stufen eines Metalls glaubte man zu sehn; und da besonders bei dem Anlaufen der Oberflächen der Metalle die Farben durch unmerkliche Nüancen in einander überzugehn scheinen, so meinte man hierdurch in die Augen fallende Beweise zu haben, von unendlich vielen Verbindungen des Sauerstoffs mit einem Metalle, nach unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen, innerhalb zweier bestimmter Gränzen, der niedrigsten Stufe, mit der die Oxydation anhebt, und der höchsten Stufe, bei der sie aufhört; also einen nicht zu widersprechenden Beweis

für die in der chemischen Statik aufgestellten Lehre von progressiven Verhältnissen in den Mischungen.

Gegen diese Ansichten hat Hr. Proust durch überzeugende Beweise dargethan, dass auch die Metalloxyde, diejenigen wenigstens, die durch Säuren oder durchgängige Oxydirung in der Hitze gebildet werden, insgesammt an feste und unveränderliche Mischungs-Verhältnisse gebunden sind. Von vielen Metallen giebt es nur ein einziges, von mehreren zwei, von sehr wenigen drei verschiedene Oxyde, welche überall, und unter allen Umständen, nach einerlei unabänderlichen Zahl-Verhältnissen zusammengesetzt sind, und die bei fortschreitender oder rückschreitender Oxydation sogleich sprungweise entstehn, oder sich gänzlich trennen, oder eines in das andere verwandeln. Bei keinem einzigen Metall findet sich eine Reihe unmerklich in einander übergehender Oxyde dieser Art, zwischen zwei bestimmten Gränzen, wie der Verfasser der chemischen Statik sie sich bei allen Metallen gedacht hatte. Naturforscher, welche sie, oder überhaupt nur mehrere Oxydations-Stufen als die angezeigten, (wie z. B. Thenard beim Spiessglanze sechs,) zu finden glaubten, haben Mengungen aus zwei Oxyden, die auf den beiden festen Oxydations-Stufen, der im *Minimo* und der im *Maximo* standen, eines mit dem andern, oder mit dem Metall, (zum Theil auch basische Salze des Metalls,) für Oxyde besonderer Art genommen.

So lautet das letzte Resultat, welches Proust aus seinen Untersuchungen über die Metall-Oxyde zieht, die er mehrere Jahre lang mit anhaltendem Eifer verfolgt hat *). Alle spätere Forschungen anderer Chemiker haben dieses Resultat bestätigt, nachdem man durch ihn hier richtiger sehen gelernt hatte; und selbst Berthollet, der anfangs diesen Aussagen widersprach, scheint sich ihnen jetzt sehr genähert zu haben. Nur in den verschiednen farbigen Ueberzügen, womit manche Metalle in der Hitze, nach Verschiedenheit der Intensität derselben, an der Oberfläche anlaufen, glaubten einige Chemiker noch Gründe gegen diese Lehre zu sehn, oder vielmehr zu ahnen **); denn bei der unendlichen Dünnheit der Oxydlage läſst sich über den Grad der Oxydation hier nichts durch Versuche ausmachen. Da wir aber wissen, daſs die Farben dünner Flächen und Platten von ganz andern Gründen als von der chemischen Natur der Körper abhängen, so könnten wohl dieselben Ursachen ganz andrer Art, welche die wundervoll wechselnden prismatischen Farben der Seifenblasen,

*) Anfangs hielt Proust es „für ein fast allgemeines Gesetz, daſs sich überall in der Natur nur ein oder höchstens zwei Grade der Oxydation eines und desselben Metalles finden, an welche gleichfalls der Mensch in seinen Nachbildungen gebunden sey;" bei Bearbeitung des Zinns entdeckte er aber im J. 1805 in dem Musivgolde ein drittes Zinnoxyd (*Annal. d. Phys.* B. 25. S. 443), und seitdem hat man auch vom Bleie drei Oxydations-Stufen kennen gelernt.

**) Vergl. die *Göttinger gelehrt. Anzeigen* J. 1810. St. 93.

der dünnen Blättchen des sich krystallisirenden überoxygenirt-salzsauren Kali's *), und andrer sehr dünner Flächen (kurz die Farben durch Transmission des Lichtes) hervorzurufen vermögen, — auch an der Farbenfolge Antheil haben, mit der z. B. der Stahl, beim Erhitzen, an der Oberfläche anläuft, da wir sehn, daſs mit steigender Wärme die Dicke der Oxydlage zunimmt, und zugleich die Farbe sich verändert **). Ein Gedanke, dessen Richtigkeit, wie es mir scheint, durch die schönen Versuche des Professors Lüdicke in Meissen über die Farben bei dem Anlaufen des Stahls ***) fast ausser Streit gesetzt wird. Dieser Physiker hatte nemlich eine durchgängig gleich dicke, an der obern Fläche polirte Stahlstange mit dem einen Ende in Kohlen gelegt; er sah auf dieser Fläche die entstehenden Farben allmählig weiter heraufrücken, und es bildete sich ein mit mehrerer und minderer Deutlichkeit mehrfach wiederholtes prismatisches Farbenbild, in welchem die Breite der einzelnen Farben genau in demselben Verhältnisse stand, wie in dem prismatischen Sonnenbilde.

Die *Schwefel-Metalle* sind zwar immerfort in den Händen der Hüttenleute, und werden von ihnen täglich in ihren Oefen, Herden und Rost-

*) Vergl. Wagenmann's Bemerk. über dieselben in diesen *Ann. d. Phys.* B. 35. S. 119.

**) Vergl. Stodart's Versuche über diese Farben, *Ann. d. Phys.* B. 17. S. 462.

***) *Das.* B. 34. od. Jahrg. 1810. St. 3. S. 235. in seinen Versuchen über die Mischungen prismatischer Farben.

stätten behandelt, denn sie machen die zahlreichste Klasse der Erze in der Natur aus; nichts desto weniger waren sie vor den Arbeiten des geistvollen Madriter Chemikers, noch so gut als wissenschaftlich nicht untersucht. Von ihrer Natur hatte man unrichtige und nur sehr vage Vorstellungen; man hielt sie fast alle für Verbindungen des Schwefels mit Metall-Oxyden, nach unbestimmten Verhältnissen, und niemand hatte in ihnen allgemeine Uebereinstimmung, und Verbindungen nach wenigen einfachen und festen Verhältnissen geahnet; geschweige denn Gesetzmäfsigkeiten höherer Art. Mit grofsem Scharfsinn zeigte Proust durch einfache und entscheidende Versuche, dafs alle Metalle, nur regulinisch sich mit dem Schwefel zu vereinigen vermögen, das einzige Zinn ausgenommen, wie es im Musivgolde vorhanden ist, und dafs die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel ein unveränderliches Verhältnifs befolgen, welches bei den mehrsten Metallen auf ein einziges, nur bei wenigen auf zwei, beschränkt ist. Wo dieses anders zu seyn scheint, da hat man aus Unbekanntschaft mit den mannigfaltigen Arten von Vereinigungen, welche zwischen verschiednen Körpern Statt finden können, für Schwefel-Metalle genommen, was entweder eine blofse Mengung des Schwefel-Metalls mit Oxyd oder mit Schwefel war, oder aus einer Zergehung (*disfolution*) eines Schwefel-Metalls in das Metall selbst, oder in eins der Oxyde des Metalls,

oder in andre Schwefel-Metalle und in Arsenik bestand.

Zu dieser Ansicht gelangte Proust allmählig. Er hatte seine Untersuchungen mit dem Eisen im J. 1801 begonnen, und der Ueberraschung, welche es ihm machte, zwei feste Verhältnisse zu finden, in welchen Schwefel und Eisen allein mit einander verbunden vorkommen, sie mögen durch Natur oder durch Kunst vereinigt seyn, scheinen wir nicht wenig von dem Eifer zu verdanken zu haben, mit dem er diesen Gegenstand verfolgte *). Seine Hauptarbeiten in dieser Materie sind die über die Verbindungen des Schwefels mit dem Spiessglanze **) und über die zusammengesetzten Schwefel-Metalle ***); und sie vorzüglich erwarben ihm den Beifall und die Beistimmung der Naturforscher, durch das Licht, welches er in ihnen über einige der verworrensten chemischen Präparate verbreitete, das Spiessglanz-Glas, den Spiessglanz-Rubin und Safran, die Spiessglanz-Leber, und alle Zwischennüancen, — und über einige der dunkel-

*) Diese seine Untersuchungen sind in dem *Journ. de Physique* A. 1801 bis 1806 in acht verschiedenen Abhandlungen zerstreut. Ich habe sie in ein Ganzes zusammengestellt in Band 25 meiner *Annal. der Physik*, J. 1807. St. 1 bis 4, unter der Ueberschrift: *Untersuchungen über die Schwefel-Metalle von Proust*, S. 44 f., 164 f., 266 f., 289 f., 440 f. u. B. 26. S. 115., und ihnen die Arbeiten einiger andrer Chemiker angereiht, die sich auf das genauste an sie anschliessen.

**) *Das.* S. 186. f.

***) *Das.* S. 289. f.

ſten Erze, die zuſammengeſetzten Schwefel-Metalle, beſonders die Fahlerze, Glanz- und Speiſs-Kobalte, und andere. Jene, wie Prouſt ſich ausdrückt, „tauſend und eine Spieſsglanz-Präparate, deren lächerliche Nomenclatur unſere Ideen nur zu lange verwirrt, und die chemiſche Geſchichte des Spieſsglanzes verdunkelt hat," erklärte er für Vereinigungen von Schwefel-Spieſsglanz mit Spieſsglanz-Oxyd im Minimo, nach ſehr verſchiedenen, vielleicht durch unendlich viel Zwiſchen-Nüancen in einander übergehenden Verhältniſſen, — und dieſe Erze für Vereinigungen, die erſtern von Schwefel-Kupfer mit Schwefel-Eiſen, Schwefel-Spieſsglanz, Schwefel-Blei, Schwefel-Silber u. a., die letztern von Schwefel-Kobalt, Schwefel-Nickel u. a. mit Arſenik, nach eben ſo unbeſtimmten und zufälligen Verhältniſſen.

Und hierdurch wurde er auf die Lehre von zwei Arten von chemiſchen Vereinigungen, die man weſentlich von einander unterſcheiden müſſe, geleitet *), den eigentlichen und wahren *Verbindungen (combinaiſons)* und den *Zergehungen (diſſolutions)*. *Wahre Verbindungen* finden nach ihm nur zwiſchen den Grundſtoffen, und zwar nur zwiſchen zwei, höchſtens drei, (faſt nur im Thierreiche zwiſchen vieren) Statt, und erfolgen immer nur in einem einzigen oder in ſehr wenigen unveränderlichen Miſchungs-Verhältniſſen, deren jedes einen

*) Man vergl. vorzügl. am angef. Orte S. 293. f.

festen Charakter und eine constante, höchstens nach Verschiedenheit der Aggregation etwas veränderte Physiognomie habe, und sie alle beherrsche das Gesetz der festen Proportionen. Solche wahre Verbindungen sind die Schwefel-Metalle, die Metall-Oxyde und die Producte des Verbrennens der einfachen Grundstoffe; sie habe, meint Proust, die Natur so zu sagen privilegirt, indem sie sie nie anders als nach genau bestimmtem Mass und Gewicht, und mit Charakteren erzeuge, welche eben so unveränderlich sind, wie das Verhältniss ihrer Elemente; daher man sie von einem Pole zum andern mit gleichen Eigenschaften finde. Die *Zergehungen* sind dagegen, nach ihm, Vereinigungen dieser Verbindungen unter einander (nicht ihrer Grundstoffe selbst), und daher blosse secundäre Zusammensetzungen, häufig von vier, fünf und mehreren Verbindungen, die durch Schmelzung, oder Austrocknung, oder Krystallisation, oder auf andere Weise, nach höchst verschiedenen und blos zufälligen Verhältnissen in einander gewickelt, und daher dem Gesetze der festen Proportionen nicht unterworfen sind; wie es denn vielleicht nicht zwei Bergwerke gebe, worin z. B. die Fahlerze oder die Speiss- und Glanz-Kobalte in dem einen ganz von derselben Beschaffenheit, wie in dem andern wären.

Aber worin sollen wir die Ursache suchen, dass die Verbindungen der Grundstoffe nur nach festen Verhältnissen, die Vereinigungen der Verbindungen

dagegen stets nach veränderlichen und zufälligen Verhältnissen erfolgen? meinst du etwa, daſs die Kraft, welche macht, daſs ein Metall sich in dem Schwefel auflöst, eine andere sey als die, vermöge der ein Schwefel-Metall in ein andres zergeht? — „Mit einer Antwort auf diese Frage," erklärte Proust *), „werde ich mich nicht übereilen, aus „Furcht, mich in einem Felde zu verirren, welches „vielleicht noch nicht hinlänglich durch Thatsachen „erhellt ist. Die Kräfte, welche beide Arten von „Vereinigungen erzeugen, mögen indeſs dieselben „seyn oder nicht, wenigstens sind die Resultate der„selben so verschieden, daſs sie nicht mit einander „vermengt werden dürfen, indem die Natur selbst „eine unverkennbare Gränzlinie zwischen beide ge„zogen hat; und sie dürfen daher auch in unsern „naturhistorischen Inventarien [Mineralogien] nicht „neben einander gestellt werden, da beide nach sehr „verschiedenen Gesetzen gebildet sind."

Diese Antwort gilt vorzüglich dem Verfasser der chemischen Statik, der nicht mit Unrecht gegen Proust erinnert hatte, daſs die Unterscheidung, wie er sie zwischen Verbindungen und Zergehungen machen will, viel zu schwankend sey, und daſs sich in seinen Erklärungen darüber Aussagen finden, die nicht mit einander bestehn, — und dessen übrige Gegenkritik sich ziemlich in jene

*) Ueber die Schwefel-Metalle, zwei Streitschriften zwischen Proust und Berthollet, am ang. Orte. S. 266.

Frage zusammenfassen liefs *). Dafs es Verbindungen von Grundstoffen nach veränderlichen und zufälligen Mischungs-Verhältnissen giebt, scheinen die Metall-Legirungen und die Verglasungen zu beweisen; dagegen zeigen sich feste und unveränderliche Verhältnisse in der Zusammensetzung der Salze, obgleich die Salze Vereinigungen schon gebildeter Verbindungen, nemlich der Säuren mit den Basen oder Metall-Oxyden sind. Offenbar hat also Proust mit zu weniger Umsicht und zu schnell verallgemeinert, und hat sein sogenanntes *Gesetz der festen Proportionen* auf eine Art aufgefafst, wie es nicht in der Natur vorhanden ist. Dafs er dasselbe an die Stelle von Berthollet's allgemeinem Gesetze der chemischen Kraft setzen zu können meint, („weil die Natur die Verbindungen dem Zufalle der veränderlichen Verhältnisse, welche Berthollet zur Grundlage seines Systems erwähle, nicht überlassen habe,") ist unstreitig eine Uebereilung; auch sind allerdings die Merkmahle nicht richtig aufgefafst, durch die er

*) „Ich habe, (sagt Berthollet unter andern, am angef. Orte S. 279.) „alle Vereinigungen in Hinsicht auf „die Gränzen und die festen Verhältnisse der Mischung untersucht, von den schwächsten an, die man für ein blosses „Zergehn (*simple dissolution*) hält, bis zu den energischsten, denen man allein den Namen Verbindung (*combinaison*) vorbehalten will, obgleich man zwischen beiden „keine Gränzlinie anzugeben weifs, und habe gezeigt, dafs „beide gleichmäfsig Resultate von Verwandtschaften sind, „die ein und demselben Gesetze gehorchen."

in den chemischen Vereinigungen zwei wesentlich verschiedene Arten unterscheiden will.

Dessen ungeachtet, däucht mir, dürfen wir eine Unterscheidung, welche einem so feinsinnigen Chemiker vorschwebte, nicht allzu schnell als unstatthaft verwerfen; ja ich halte es selbst für nicht sehr schwierig, sie mit Berthollet's tiefsinniger Ansicht der chemischen Kraft und ihrer Gesetze in Harmonie zu setzen.

Man wird sich nemlich aus dem, was ich weiter oben von dieser Ansicht angeführt habe, erinnern, dass nach Berthollet in den Wirkungen der chemischen Kraft eine wesentliche Verschiedenheit Statt findet, welche von der Intensität der Kraft abhängt. Ist die gegenseitige Verwandtschaft zweier Körper nur schwach, (wie es nach ihm bei allen Auflösungen der Fall seyn soll,) so entstehn zwei verschiedene Vereinigungen: der aufzulösende Körper verbindet sich mit dem Auflösungsmittel innerhalb der Sphäre seiner Wirksamkeit, und zwischen diesen Verbindungen und der übrigen Portion des Auflösungsmittels tritt ein zweiter Zustand der Sättigung ein, der sich durch gleichförmige Verbreitung des erstern durch das letztere, oder umgekehrt, äussert *), also gerade durch das, worin

*) Derselbe Zustand von zweifacher Sättigung scheint auch in den nicht neutralen Metall-Auflösungen Statt zu finden, indem das neutrale Metallsalz durch die überflüssige Säure, in der es gleichförmig verbreitet ist, blos in Auflösung erhalten und sich niederzuschlagen abgehalten wird.

Lavoisier das Wesen seiner *solutions* setzte. Herr Proust scheint sich die Zergehungen eines Schwefel-Metalls in ein anderes, oder in das Metall oder dessen Oxyd, ganz auf dieselbe Art zu denken; sie tragen, auf welchem Wege sie auch entstanden seyn mögen, dieselben Charaktere an sich, welche Auflösungen von Salzen in Wasser zeigen würden, wenn sie plötzlich erstarrten, ohne sich in ihrer Zusammensetzung zu ändern. Diese gleichförmige Verbreitung durch einander, nach progressiven Verhältnissen zwischen zwei Gränzen, wie wir sie bei den Auflösungen wahrnehmen, ist etwas ganz Charakteristisches, welches wir nur bei gewissen Arten von chemischen Vereinigungen wahrnehmen, indess die mehrsten andern an einige feste Verhältnisse unabänderlich gebunden sind. Sollten wir daher nicht berechtigt seyn, diese beiden so wesentlich von einander verschiednen Klassen von Vereinigungen durch zwei verschiedene Benennungen von einander zu unterscheiden, und den erstern den Namen *Verbindungen (combinaisons)* im engern Sinne vorzubehalten, für die letztern aber den Namen *Zergehungen (dissolutions)* zu brauchen? Als den Charakter der *Verbindungen* würden wir also Vereinigung nach wenigen festen Mischungs-Verhältnissen anzusehn haben, und als Charakter der *Zergehungen*, Vereinigung nach progressiven unmerklich in einander übergehenden Verhältnissen, mehrentheils innerhalb bestimmter Gränzen. Eine solche Unterscheidung zwingt uns

weder zu läugnen, dass diese beiden Klassen von Vereinigungen Resultate einer und derselben, das heisst nach einerlei Gesetz wirkenden, chemischen Kraft sind; noch bringt sie die Nothwendigkeit mit, die Verbindungen für Ur-Vereinigungen zwischen Grundstoffen, und die Zergehungen für secundäre Vereinigungen zwischen schon gebildeten Verbindungen auszugeben. Ja sie liegt, täusche ich mich nicht, in der That schon in der Lehre der chemischen Statik, hat gleich Berthollet eine solche Unterscheidung nicht anerkennen wollen, und sie noch weniger durch das hier angegebene Merkmahl herausgehoben, von dem er damals nicht glaubte, dass es der Natur gemäss sey. Proust aber dürfte sie willig als diejenige anerkennen, welche ihm vorschwebte, als er die Zergehungen von Schwefel-Spiessglanz in Spiessglanz-Oxyd, oder von mehrern Schwefel-Metallen eins in das andere oder in Arsenik, von den directen Verbindungen der Elemente dieser Zergehungen unterschied, — und dadurch die Räthsel der Spiessglanz-Präparate, der Fahlerze, der Kobalterze, und andrer, sehr einfach und glücklich löste, wenn er gleich diese Unterscheidung selbst durch unrichtige Merkmahle bezeichnet hat.

Wenn daher ein ausgezeichneter Physiker *) urtheilt, „Proust habe, um alle Oxyde [und „Schwefel-Metalle], die dasselbe Metall unter ver-

*) Gay-Lussac in diesen *Annal. d. Phys.* B. 36. S. 7.

„schiednen Bedingungen hervorbringt, auf zwei zu„rückzuführen, sich gezwungen gesehn, durch eine „verführerische Idee verleitet, Grundsätze aufzu„stellen, welche der Physik entgegen sind," so kann ich das nicht unbedingt, sondern nur unter den Modificationen unterschreiben, welche aus dieser Auseinandersetzung hervorgehn. Auch glaube ich hier noch darauf hindeuten zu dürfen, dass die beiden Klassen chemischer Vereinigungen, — die Verbindungen nach festen, die Zergehungen nach veränderlichen und unbestimmten Mischungs-Verhältnissen, — welche Berthollet nicht anerkennen wollte, vielleicht auf eine viel bestimmtere Verschiedenheit in der sie veranlassenden Ursache beruhen, als sich in der Darstellung Berthollets von den Modificationen der Wirkungen der allgemeinen chemischen Kraft durch fremde Ursachen, aufgenommen und angedeutet findet *).

Ich habe bis hierher nur von Proust's Versuchen über die Mischungs-Verhältnisse der Metall-Oxyde und der Schwefel-Metalle, und von den Lehren gehandelt, welche er an sie angereiht hat. Wie man auch über diese letzteren denken mag, immer muss man von ihnen sorgfältig die unmittelbaren Resultate aus jenen zahlreichen und fast vollständigen Versuchen des Madriter Chemikers

*) Ich hatte, als ich dieses schrieb, Dalton's neue Hypothese über die Natur der chemischen Verbindungen vor Augen, die es meine Absicht war, am Ende dieser Abhandlung darzustellen und kritisch zu beleuchten.

unterscheiden; ihnen ist die Beistimmung aller Naturkündiger, selbst, wie es scheint, die des Hrn. Berthollet nicht ausgenommen, allmählig und immer mehr geworden, je länger und sorgfältiger man diese Gegenstände geprüft hat.

Wir verdanken Proust noch Eine Reihe wichtiger Untersuchungen über chemische Verbindungen, und zwar über eine dritte Klasse derselben, nemlich über die *Metall-Salze*, über die Verbindungen der Säuren mit den Metall-Oxyden. Er zeigte, dass auch sie, wie er sich ausdrückt, dem Gesetze der festen Proportionen unterworfen sind, das heisst, dass jede Säure sich mit demselben Metall-Oxyde nur nach einem einzigen oder nach sehr wenigen festen, keineswegs aber nach unbestimmten und progressiven Verhältnissen, zu Metall-Salzen vereinigt. Vorzüglich kam es ihm jedoch in dieser Untersuchung darauf an, den Zustand und den Oxydationsgrad der Oxyde aller Salze aus einerlei Metall zu ergründen, um dadurch seine Lehre von den Metall-Oxyden und von den festen Mischungs-Verhältnissen derselben zu prüfen und immer besser zu begründen; und in so fern gehören diese Versuche zu denen über die Metalloxyde, als ein wesentlicher Theil *). Nebenbei entdeckte er die Metalloxyd-

*) Auch sie finden sich in vielen einzelnen Aufsätzen im *Journ. de Phys.* und in den *Annal. de Chimie* zerstreut, die theils einzelne Metallsalze, theils die ganze chemische Geschichte eines Metalls zum Gegenstande haben, und grösstentheils in dem *Journale für Chemie* übersetzt sind.

Hydrate, indem er fand, dafs die Metall-Oxyde durch chemische Vereinigung mit Wasser unterscheidende Charaktere annehmen, die ihnen selbst in den Verbindungen mit den Säuren bleiben.

Herr Proust hat also das grosse Verdienst, durch entscheidende Versuche dargethan zu haben, dafs alle drei Klassen von Verbindungen, die von ihm untersucht worden sind, die Verbindungen nemlich der Metalle mit dem Sauerstoff, mit dem Schwefel und mit den Säuren, keineswegs, wie man es bis dahin geglaubt hatte, Vereinigungen nach unzählig vielen, innerhalb gewisser Gränzen enthaltenen, progressiven Verhältnissen, — sondern Verbindungen nach wenigen festen und unabänderlichen Mischungs-Verhältnissen sind. Und dieses war ein grosser und wichtiger Schritt in der Kenntnifs der chemischen Vereinigungen. Zu noch höherer Gesetzmäfsigkeit, so fern sie sich in diesen festen Verhältnissen offenbart, sich zu erheben, war vielleicht damals noch zu früh, vielleicht auch nicht im Geiste des eigentlichen und praktischen Chemikers. Hier aber vorzüglich hat der scharfsinnige Madriter Chemiker Anderen, welche die Gesetze in den festen Mischungs-Verhältnissen selbst in das Auge fasten, eine reiche Erndte von überraschenden Entdeckungen übrig gelassen, die sich besonders fruchtbar zeigt, seitdem durch Davy's Genie die Alkalien und Erden zerlegt worden sind, und sich in Metall-Oxyde von festen Mischungs-

Verhältnissen umgestaltet finden. Und diese Gesetze sind es, zu denen mich nun die Ordnung der Untersuchung führt.

4. Richter.

Stöchyometrie; Neutralitäts-Gesetze zwischen Säuren und Basen; Gesetz der sogenannten doppelten Verwandtschaft; Neutralitäts-Reihen und deren Form.

Unser Landsmann J. B. Richter, der zuerst als Bergsecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Assessor der Bergwerks-Administration und Arcanist an der Porcellainfabrik zu Berlin lebte, wo er am 4ten April 1807 starb, — ein Mann von vieler Arbeitsamkeit, doch von mehr Phantasie und wissenschaftlichem Enthusiasmus, als von hellem Blick und geordnetem Wissen, hatte für die Idee einer mathematischen Chemie zu einer Zeit sich erwärmt, als er weder von Seiten der Chemie, noch von der der Mathematik im Besitze hinlänglicher Mittel war, eine solche Idee zu verwirklichen. Er griff indess die Sache kecklich an; je dunkler das ganze Feld war, desto mehr wurde sein Eifer durch jeden einzelnen Lichtstrahl, den er zu erblicken glaubte, angefacht, und so erschienen von ihm, von seiner Inaugural-Dissertation an *), allmählig zwei Reihen von Schriften, in denen er sich wiederholt in diesem schwierigen Felde versucht hat **), — zwar

*) *De usu matheseos in chymia*, *Regiom.* 1789.

**) *Anfangsgründe der Stöchyometrie, oder Messkunst chymischer Elemente, von J. B. Richter, d. W. W. D., Th.* I, die reine Stöchyometrie, Breslau 1792.

mit einer Unerfahrenheit in der Kunst, ein lesbares Buch zu schreiben, und einem gewissen Eigensinn und Pedantismus in Darstellung, Sprache und Ansicht, welche den Leser abschrecken müssen, und mit einer nicht zu billigenden Schnelligkeit und Zuversicht im Aufstellen von neuen Gesetzen, und im Erblicken von Progressionen in der Natur, — doch dessen ungeachtet nicht ohne allen Erfolg. Seine zusammenhängenden und mühsamen Arbeiten gehn denen der Herren Berthollet und Proust um viele Jahre voran, gehören aber in dieser historisch-kritischen Darstellung, ihrem Inhalte nach, erst hierher. Seine Messkunst chemischer Elemente dreht sich nemlich ganz um das Gesetzmässige in den festen Mischungs-Verhältnissen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen und mit den Metall-Oxyden. Diese Verhältnisse in einander entsprechenden Sättigungs-Zuständen, — namentlich in den Neutralsalzen von constanten Eigenschaften, — durch Versuche zu bestimmen, darin Gesetze aufzu-

Dd 2

gr. 8. XLIV u. 236 S. *Th.* I. *Abschn.* 2. die reine Thermimetrie und Phlogometrie, 1794, XX u. 180 S. *Th.* II. und *Th.* III. die angewandte Stöchyometrie, 1793, XXII, 340, und XVI, 363 S. m. 2 Kpftln. (Ladenpreis 4 thlr. 22 gr.) *Ueber die neuern Gegenstände der Chymie, von J. B. Richter. Eilf Stücke.* Breslau 1792 bis 1802. gr. 8. Jedes Stück macht ein Bändchen aus, und von Stück 4, 1795, an, dieses eingeschlossen, sind sie alle stöchyometrischen Inhalts, und schliessen sich als Fortsetzungen an das erstere Werk an. Von diesem nimmt indess Hr. Richter selbst im eilften Stücke (S. VIII) einen grossen Theil des Inhalts zurück.

finden oder die gefundnen zu bewähren, und mittelst ihrer in der mathematischen Chemie weiter vor zu schreiten, ist der Inhalt seiner gesammten stöchyometrischen Bemühungen. Gesetzt also, es gäbe in den chemischen Verbindungen gar keine festen Mischungs-Verhältnisse, oder doch deren nicht mehrere, als die chemische Statik annimmt, so würde Richter's Stöchyometrie ohne alle oder wenigstens ohne grosse Bedeutung seyn. Dass man den Zufall der veränderlichen Verhältnisse zur Grundlage des Systems der Chemie erwählen könne, wie es Hrn. Berthollet von Hrn. Proust Schuld gegeben wird, davon scheint Richter so wenig eine Ahnung gehabt zu haben, dass er nicht einmahl auf die verschiedenen Grade der Oxydirung, deren die Metalle fähig sind, Rücksicht nimmt. Erörterungen, wie die zwischen den HH. Berthollet und Proust verhandelten, welche ich hier kurz dargestellt habe, mussten daher vorangehn, ehe man es der Mühe recht werth halten konnte, sich in das Dunkel der stöchyometrischen Speculationen des sel. Richter zu versenken, bei denen ein Hauptpunkt, mit welchem man vorläufig im Reinen seyn musste, ganz unerörtert geblieben war.

Schon vor Richter hatten sich Bergmann, Wenzel und Kirwan mit den Mischungs-Verhältnissen der alkalischen und erdigen Salze mit grossem Fleisse und damals schwer zu übertreffender Genauigkeit beschäftigt. Besonders

hatte sich letzterer wiederholt bemüht, durch Ausmittelung der wahren Säure-Masse in den für sich nicht ohne Wasser darstellbaren Säuren seinen Bestimmungen Zuverlässigkeit zu geben*). Hr. Richter überzeugte sich indess bald, dass die Arbeiten dieser Chemiker, der grossen Sorgfalt ungeachtet, welche auf sie gewendet worden war, doch zur Grundlage einer Messkunst der chemischen Elemente nicht brauchbar sind, und dass er sich entschliessen müsse, die Fundamental-Versuche selbst anzustellen. Der reine Theil seiner Stöchyometrie sollte hierzu die Wege ebenen, und der angewandte Theil der Ausführung der Arbeit bestimmt seyn. In jenen Theil trug er indess des Unnöthigen so viel hinein, und der unbrauchbaren, überflüssigen, oder leichter zu erlangenden endlosen Formeln so manche, dass ich diejenigen bedauere, welche im Gefühl ihrer Schwäche in der Mathematik diese reine Stöchyometrie nicht durchblättert, sondern durchstudirt haben. Die beiden Theile der angewandten Stöchyometrie und die daran sich reihenden Stücke über die neuern Gegenstände der Chymie beschäftigen sich mit der Ausmittelung der Neutralitäts-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Basen, zuerst mit der Salzsäure und der Schwefelsäure**),

*) Bestimmung des Antheils an wahrer Säure in den drei ältern mineralischen Säuren und ihren Neutralsalzen, von Kirwan, ausgez. aus den *Transact. of the Irish Acad.* in diesen *Annal. der Physik* B. XI. S. 266—287.

**) In Theil 1. der angewandten Stöchyometrie 1793.

dann mit der Salpeterſäure *), mit der Fluſsſäure **), mit den Pflanzen- und thieriſchen Säuren und mit der Kohlenſäure ***) und endlich mit der Phosphorſäure †); und darauf erſt wendete ſich Hr. Richter zu den Neutralitäts-Verhältniſſen der Metall-Salze ††). Er theilt hier überall das Detail ſeiner Verſuche und Rechnungen mit, durch welche er allmählig zu zuverläſſigen und ziemlich vollſtändigen Neutralitäts-Reihen gelangt zu ſeyn glaubt; dieſe weitläufige und ſchwierige Arbeit hat ihm indeſs den Beifall der Chemiker nicht in dem Grade erworben, als er hoffte, woran einige Lieblings-Speculationen, mit denen er ſie untermiſchte, und der nicht unverſchuldete Zweifel an der Genauigkeit ſeiner Verſuche Schuld zu ſeyn ſcheint.

Die Gewichtsmengen aller alkaliſchen und erdigen Baſen, welche einerlei Menge einer gewiſſen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelſäure, neutraliſiren, bilden eine Reihe von Zahlen, welche ich mit Hrn. Richter die *Maſſen-Reihe*, oder auch die *Neutralitäts-Reihe* der Baſen für dieſe Säure

*) In Theil 2, 1793.

**) Ueb. d. neuern Geg. d. Chym. Stück 4, vorzügl. üb. die Fluſsſäure und *die neu entdeckte Ordnung chymiſcher Elemente*, 1795.

***) *Daſ.* Stück 6, üb. *die Neutralitäts-Ordnung verbrennlicher Säuren*, 1796.

†) *Daſ.* Stück 10, 1800. S. 207. f.

††) *Daſ.* Stück 8, üb. die Verhältn. der Strontian-Erde und *quantitative Ordnung der Metalle*, 1797; fortgeſetzt in Stück 9, 1798, und in Stück 10, 1800.

nennen will. Er findet, daſs je zwei dieſer Reihen, für zwei verſchiedene Säuren, Progreſſionen von Zahlen bilden, welche einander proportional ſind, und ſich alſo in ihrem gegenſeitigen Verhältniſſe und in ihrem Fortſchreiten durch einerlei Zahlenreihe darſtellen laſſen. Daſſelbe muſs alſo auch von den Maſſen-Reihen der Säuren für die Baſen gelten, welche ſich aus jenen durch eine einfache Berechnung folgern laſſen *); auch ſie ſind folglich Reihen einander proportionaler Zahlen, und laſſen ſich für alle Baſen durch einerlei Zahlenreihen ausdrücken.

Hr. Richter führt hierfür den Beweis hauptſächlich durch Zerlegungen durch doppelte Wahlverwandtſchaft. Er fand nemlich in allen ſeinen Verſuchen, daſs, wenn die beiden alkaliſchen oder erdigen Salze, welche ſich durch ſogenannte doppelte Wahlverwandtſchaft zerſetzen, zuvor neutral waren, ſie auch nach dem Wechſel ihrer Beſtandtheile wieder neutrale Verbindungen bildeten**), und es entgingen ihm die Schlüſſe nicht, die ſich hieraus über die Proportionalität der Sättigungs-Capacitäten der Säuren für die Baſen ziehen laſſen. Dieſe Erfahrung, und der Beweis (*a priori*, wie er ihn nennet), daſs, wenn alle Salze einer Säure ſich mit allen Salzen der andern Säuren dieſer

*) Vergl. reine Stöchyometrie S. 177. f.

**) Dieſes hatte indeſs ſchon früher Wenzel bemerkt, deſſen Arbeiten mit denen Bergmann's gleichzeitig ſind, und deſſen Analyſen, die Kirwan's und Richter's, nach Hrn. Berzelius Urtheil, an Genauigkeit weit übertreffen.

Erfahrung gemäſs zerſetzten, alle Säuren durch proportionale Mengen der Baſen neutraliſirt werden müſsten, trug er zum erſten Male vor in dem vierten Stücke ſeines zweiten Werks (1795), S. 66., unter der Ueberſchrift: *Lehrſatz, die quantitative chymiſche Ordnung betreffend.* Folgende Darſtellung dürfte der Sache am angemeſſenſten ſeyn:

Geſetzt es zerſetzen ſich durch ihre gegenſeitige Einwirkung, von zwei neutralen Salzen, die man in Waſſer aufgelöſt (und wenn es nöthig iſt heiſs) zuſammengieſst, ſo viel des erſtern als A Gewichtstheile einer Säure und a einer Baſis enthält, mit ſo viel des zweiten als aus B Gewichtstheilen einer andern Säure und b einer andern Baſis beſteht, und die beiden neu entſtehenden Verbindungen Ab und Ba ſind wiederum neutral; ſo müſſen offenbar die Maſſen A der erſten und B der zweiten Säure einerlei Sättigungs-Capacität ſowohl in Hinſicht der erſten als der zweiten Baſis haben; denn beide werden ſowohl durch a Gewichtstheile der erſten, als auch durch b Gewichtstheile der zweiten Baſis neutraliſirt. Fände alſo für das erſte neutrale Salz Aa, und für andere $B'c$, $B''d$, $B'''e$ etc., aus der zweiten Säure und andern Baſen beſtehend, daſſelbe Verhalten bei doppelten Zerſetzungen Statt, und würden dabei auch Ac, $B'a$ und Ad, $B''a$ und Ae, $B'''a$ und ſo ferner, wieder neutrale Verbindungen; ſo müſsten offenbar B, B', B'', B''' etc. einerlei Mengen der zweiten Säure ſeyn, da ſie jedesmahl a Gewichtstheile des erſten Alkali's neutraliſirten, und

folglich müfsten die Maffen A der erftern und B der zweiten Säure im Zuftande der Neutralität einerlei Sättigungs-Capacität für die Gewichtsmengen a, b, c, d, e der fünf Bafen haben. Die beiden Maffen-Reihen diefer fünf Bafen für einerlei Gewichtsmenge der beiden Säuren müfsten alfo aus einander proportionalen Zahlen beftehn; und umgekehrt müfsten in den Maffen-Reihen der Säuren für diefe fünf Bafen jene beiden Säuren durch proportionale Zahlen in allen fünf Reihen dargeftellt werden. Zerfetzte fich nun daffelbe Neutralfalz Aa, oder irgend ein anderes der erftern, oder der zweiten Säure, eben fo mit allen Neutralfalzen der Säure C, dafs wiederum neutrale Verbindungen entftänden, fo liefsen fich diefe Schlüffe auch auf die Maffen-Reihe der Bafen für die Säure C erweitern, und fo ferner.

Aber nicht je zwei neutrale Salze, fondern verhältnifsmäfsig nur eine kleine Zahl derfelben zerfetzen fich durch fogenannte doppelte Wahlverwandtfchaft. Dadurch wird die Kraft diefes Beweifes gar fehr befchränkt, und das Gefetz der Neutralitäts-Reihen läfst fich durch ihn nicht begründen. Herr Richter hat die Mifchungs-Verhältniffe vieler Neutralfalze durch directe Verfuche beftimmt, und theils manche andere nicht wohl zu ergänzende Lücken in den Neutralitäts-Reihen durch Berechnungen nach folchen doppelten Zerlegungen mit Neutralität, ausgefüllt, theils mittelft ihrer feine Beftimmungen eine durch die andere geprüft und be-

richtigt, so dass alle Massen-Reihen der Basen für die Säuren, wie er sie durch Zahlen giebt, welche sich auf 1000 Gewichtstheile der Säure beziehen, einander proportionale Fortschreitungen bilden. Folgende kleine Tabelle stellt die Resultate dieser seiner Arbeiten dar, wie er sie nach wiederholten Berichtigungen zuletzt gegeben hat*); sie bedarf nach dem hier auseinandergesetzten keiner weiteren Erläuterung.

Neutralitäts-Reihe der *Basen* für die Säuren nach Richter (*a, b, c, d* - - - -)	Gewichtstheile
Thonerde	525
Magnesia	615
Ammoniak	672
Kalk	793
Natron	859
Strontion	1329
Kali	1605
Baryt	2222

Neutralitäts-Reihe der *Säuren* für die Basen nach Richter (*A, B, C* - - - -)	Gewichtstheile
Flussäure	427
Kohlensäure	577
Fettsäure	706
Salzsäure	712
Sauerkleesäure	755
Phosphorsäure	979
Ameisensäure	988
Schwefelsäure	1000
Bernsteinsäure	1209
Salpetersäure	1405
Essigsäure	1480
Citronensäure	1583
Weinsteinsäure	1694

Ist Hrn. Richters Verfahren gültig, und hat er seinen Versuchen die unentbehrliche Genauigkeit gegeben, so hätten wir also durch diese seine Bemühungen der Natur eine neue Seite abgewonnen. In den Verbindungen der Säuren mit den alkalischen und erdigen Basen herrschten nicht nur feste

*) Sie ist entlehnt aus Fischer's Uebersetzung von Berthollet Ueber die Gesetze der Verwandtsch. in der Chemie, Berlin 1802, S. 232, und findet sich auch in dem *Essai de statique chimique* Vol. 1. p. 136.

und unveränderliche Neutralitäts-Verhältnisse, wie sie **Bergmann**, **Kirwan** und andere angenommen und aufgesucht hatten, sondern es träte in ihnen auch ein wesentlicher Zusammenhang und eine Gesetzmäſsigkeit hervor, welche diese scharfsinnigen Naturforscher nicht einmal ahneten, und die zuerst hervorgezogen zu haben, Herrn **Richter** zum bleibenden Verdienste gereichen würde, sollte sie die Probe bestehn.

Es sey mir erlaubt dieses Gesetz der Kürze halber das *Gesetz der Neutralitäts-Reihen* zu nennen; es lautet: „die Gewichtsmengen der alkalischen und erdigen Basen, welche einerlei Menge „einer Säure neutralisiren, bilden für alle Säuren „einander proportionale Zahlenreihen, und lassen „sich also durch Eine Zahlenreihe darstellen; und „dasselbe gilt umgekehrt für die Neutralitäts-Reihen der Säuren in Beziehung auf die Basen.“

Mit diesem Gesetze hängt, wie **Richter** ebenfalls zuerst gezeigt hat, nothwendig ein zweites zusammen, welches ich das *Gesetz der doppelten Wahlverwandtschaften* nennen will, und das in folgender Aussage besteht: „Wenn zwei neutrale alkalische oder erdige Salze sich durch doppelte Wahlverwandtschaft zersetzen, so sind die neuentstehenden Salze wiederum neutral.“

Hr. **Richter** glaubte in den chemischen Verbindungen der Körper, die zu einer Art gehören, noch ein drittes Gesetz zu entdecken, welches er die *Quantitative Ordnung* oder das *Gesetz der*

Proportionen nennt. Ihm zufolge bilden nehmlich die Säuren in ihrer Neutralität mit den Basen eine geometrische Reihe, die Basen dagegen in ihrer Neutralität mit den Säuren eine arithmetische Reihe, und zwar sollen die eigentlichen Alkalien und die alkalischen Erden zwei verschiedene arithmetische Progressionen ausmachen *). Bei seinen spätern Untersuchungen wollte er in andern Verbindungen Progressionen von noch andern Formen sehen, z. B. in den Verhältnissen, wornach der Sauerstoff mit den nicht-metallischen einfachen verbrennlichen Körpern in Verbindung tritt, eine Fortschreitung nach Trigonalzahlen. Er ging hierin so weit, dass er nicht nur jeder Gattung chemischer Grundstoffe eine eigne quantitative Neutralitäts-Ordnung zuschrieb, sondern das Wesentliche des ganzen chemischen Systems in dergleichen Progressionen setzen wollte, und sie insbesondere für das wahre Fundament der rechnenden Chemie erklärt.

Es ist nun die Sache der Kritik zu entscheiden, ob diese Gesetze wirklich in der Natur sind, oder ob wir sie für blosse Erzeugnisse der Phantasie und unrichtiger, mit vorgefasster Meinung angestellter und mit Willkühr nachgeholfener Versuche zu nehmen haben. Eine Untersuchung, bei der wir nicht vorsichtig und streng genug verfahren können, da die Wissenschaft durch nichts leichter in Verwirrung gesetzt und zu der poetischen Physik der Al-

*) Ueb. d. neu. Gegenst. d. Chemie St. 6. S. 187 f.

ten und der Scholaſtiker zurück geführt werden könnte, (lieſse ſich dieſes bei dem jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe überhaupt denken,) als durch vorgebliche Naturgeſetze, welche phantaſiereiche Bildener aus der Luft herabgeholt, und geltend zu machen gewuſst hätten. Die neueſten Arbeiten vortrefflicher Chemiker ſetzen mich glücklicher Weiſe in den Stand, dieſe Richter'ſchen Geſetze einer ſchärfern Prüfung zu unterwerfen, als bisher geſchehen iſt.

5. Kritik der Richter'ſchen ſtöchyometriſchen Geſetze und ſeiner Verſuche, ſofern ſie die Verbindungen der Baſen mit den Säuren betreffen. Berührung ſeiner ſtöchyometriſchen Sätze von den Metallſalzen.

Schon Hr. Richter bemerkte, daſs uns das Geſetz der doppelten Wahlverwandtſchaften (wie ich es nenne) einen vortrefflichen Prüfſtein der Miſchungs-Verhältniſſe der Neutralſalze an die Hand giebt, und zeigte, daſs weder Bergmann's noch Kirwan's Beſtimmungen dieſer Verhältniſſe, in einer ſolchen Prüfung beſtehen, und daſs ſie daher nicht richtig ſeyn können *). Auf dieſelbe Art wies, ein paar Jahre ſpäter, Herr Guyton de Morveau nach **), daſs Kirwan's Angaben von 1791 nicht unter einander übereinſtimmen, weil, wenn

*) Ueb. die neuen Geg. der Chemie St. 4. S. 69 und St. 7 S. 94.

**) In einer im J. 5 (1797) in dem National-Inſtitute vorgeleſenen Abhandlung, aus der ein Auszug in den *Annales de Chimie* 1798. t. 25. p. 292 ſteht.

man diesen Angaben gemäſs den Erfolg der Zersezzung zweier Neutralsalze durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft berechnet, die Berechnung stets eine bedeutende Menge freier Säure oder freier Basis neben den neuentstehenden neutralen Verbindungen giebt, ganz gegen die Erfahrung; welches er für ein noch unbenutztes Mittel der Prüfung hielt. So z. B. würden, wenn man so viel salzsauren Baryt, oder so viel schwefelsaures Kali, als 100 Theile Säure enthalten, erstere durch schwefelsaures Natron, letzteres durch salpetersauren Kalk zersetzte, im erstern Falle 16,71 Theile Salzsäure, und im zweiten Falle 64,87 Theile Salpetersäure frei und ungebunden bleiben, wären Kirwan's Angaben der Mischungs-Verhältnisse dieser Salze richtig. Guyton fand aber in beiden Fällen nach dem Wechsel der Bestandtheile völlig neutrale Zustände, ohne alle freie Säure; selbst im zweiten Falle zeigte die Flüssigkeit weder sogleich, noch concentrirt, noch nach dem Kristallisiren die geringste Spur freier Säure. Derselben Beweisart bedient sich Herr Berthollet in seiner chemischen Statik *) um darzuthun, daſs mit so groſser Sorgfalt Kirwan auch die Neutralitäts-Verhältnisse der Salze aufgesucht habe, doch auch seine neuesten Angaben nicht richtig sind. Bei dieser Gelegenheit versichert er, „in allen Versuchen,

*) *Essai de stat. chim.* T. 1. sect. 1. Ch. 5, *de la capacité comparative de saturation des acides et des alcalis*, p. 117.

„die er über Zersetzungen durch sogenannte dop-
„pelte Wahlverwandtschaft mit verschiedenen
„schwefelsauren, schwefligsauren, phosphorsauren,
„sauerkleesauren, essigsauren und weinsteinsauren
„Salzen wiederholt angestellt habe, nach geschehe-
„nem Wechsel der Basen und nach Absonderung
„durch Niederschlag oder durch Kristallisation kei-
„ne Veränderung in der Sättigung gefunden zu ha-
„ben.“ Metallsalze und thonerdige Salze nimmt
er aus, weil sie nie ganz neutral sind; doch führt er
selbst an, dass je nachdem die Salze beide zuvor
neutral waren, oder einen Ueberschuss an Säure
oder Basis hatten, der Erfolg nach geschehener
Wirkung Neutralität oder Ueberschuss an Säure
oder Basis gewesen sey.

Durch diese bestätigenden Zeugnisse zweier
Chemiker, die in allen ihren Arbeiten mit der
gröſsten Genauigkeit zu verfahren gewohnt sind,
wird, wie ich glaube, das von mir sogenannte Ge-
setz der doppelten Wahlverwandtschaften, was die
alkalischen und erdigen Salze betrifft, auſser allen
Zweifel gesetzt; und wir werden bald sehen, dass
dieses Gesetz selbst noch von einem gröſsern Um-
fange ist.

Die Richter'schen Angaben der Mischungs-
Verhältnisse der alkalischen und erdigen Neutral-
salze entsprechen diesem Gesetze. Dieses beweist
indess für ihre Zuverlässigkeit sehr wenig, da sie
mittelst desselben theils aufgefunden, theils verbes-
sert worden sind; indess umgekehrt ihre Abwei-

chung von den Bergmann'schen und Kirwan'schen Bestimmungen ihnen zu keinem Tadel gereichen kann. Betrachtet man jedoch genauer die Versuche, durch welche Hr. Richter diese Mischungs-Verhältnisse unmittelbar aufzufinden gesucht hat, so wird man schwerlich geneigt, in sie viel Zutrauen zu setzen. Er hat sich nicht selten mit einem einzigen Versuche begnügt, und den mehrsten derselben lassen sich Unrichtigkeiten, ohne lange zu suchen, nachweisen. Sie sind folglich nicht dazu geeignet, das Gesetz der Neutralitäts-Reihen in seinem ganzen Umfange zu bewähren. Und dieses ist unstreitig die Ursache, warum die philosophischen Chemiker und Physiker sich in ihrem Urtheile über dieses Gesetz bis jetzt noch nicht bestimmt, und sich damit begnügt haben, die wichtigen Folgerungen, zu denen es uns berechtigen würde, nur anzudeuten, ohne auf sie einzugehen.

Seitdem ist indess ein ausgezeichneter Chemiker, dessen Arbeiten alle das Gepräge von Scharfsinn und tiefer Kenntniss tragen, und der durch eine Menge feiner mit Glück durchgeführten chemischen Untersuchungen hinlängliche Beweise von grosser Uebung und Zuverlässigkeit in der chemischen Analyse und Synthese gegeben hat, — Herr Professor Berzelius zu Stockholm, Mitglied der dortigen, um die Wissenschaften hoch verdienten Akademie — in seinen Forschungen auf Materien geführt worden, die mit den hier berührten in dem genauesten Zusammenhange stehen. Sie veranlass-

ten ihn die Neutralitäts-Verhältnisse der Salze und die Mischungs-Verhältnisse der Metallsalze und Metall-Oxyde aufs neue zu untersuchen, und diese Arbeit ganz von vorn wieder anzufangen, um unabhängig von den frühern Arbeiten dieser Art, und mit Gebrauch aller Hülfsmittel, welche ihm die Berichtigung und Erweiterung unserer Einsichten und die sehr vervollkommnete Kunst der chemischen Analyse an die Hand gaben, zu *Normal-Bestimmungen* von möglichster Vollkommenheit und Zuverlässigkeit zu gelangen. Seine Freundschaft hat die Resultate dieser seiner Arbeiten mir anvertraut, um sie den Naturforschern in meinen Annalen der Physik bekannt zu machen; und zwar die *erste* Reihe seiner Versuche in einer sehr vermehrten und verbesserten Uebersetzung aus dem Schwedischen *), die *fernern* in Original-Aufsätzen, von denen noch einige Handschrift sind, und erst in den folgenden Stükken erscheinen werden **). Diese Arbeiten dünken mir in jeder Hinsicht das Vollkommenste und Zusammenhängendste zu seyn, was in der Chemie bis jetzt in diesen Materien geleistet worden ist, genügen sie gleich ihrem Urheber noch immer nicht völlig ***); und in sofern scheinen sie sich zu einem ächten Prüfstein von Speculationen und zweifelhaften Erfahrungen in diesen Materien ganz ausdrück-

*) *Annal. d. Phys.* Jahrg. 1811. St. 3 und 4. Band 37. (od. Neue Folge. B. 7.) S. 249. 416.

**) Ebendas. St. 6, oder B. 8. S. 161 und 227.

***) Ebendas. B. 8. S. 162.

lich zu eignen. Berzelius selbst hat sie bisher nur benutzt, um die Gesetze, von denen wir weiterhin reden werden, fest zu begründen, und scheint sie mit den hier vorgetragenen Richter'schen Gesetzen noch nicht zusammen gestellt zu haben; desto sicherer werden wir uns ihrer zur Beurtheilung dieser letztern bedienen.

Ich habe in dieser Absicht die Neutralitäts-Verhaltnisse der von Berzelius untersuchten alkalischen, erdigen und metallischen Salze, nach ihren letzten berichtigten Bestimmungen, aus seinen theils schon gedruckten, theils noch handschriftlichen Aufsätzen ausgezogen; sie alsdann erst selbst einer prüfenden Berechnung nach dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft unterworfen, und darauf die nöthigen Berechnungen angestellt, um das Gesetz der Neutralitäts-Verhältnisse und die Richter'schen Versuche durch sie zu prüfen. Die interessanten Resultate dieser meiner Berechnungen lege ich hier den Physikern und Chemikern so kurz in einander gedrängt, als möglich, vor Augen.

A. Prüfung der Berzelius'schen Bestimmungen der Mischungs-Verhältnisse von Salzen nach dem Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft.

Es ist den Chemikern bekannt, dass *schwefelsaures Kali* und so auch *schwefelsaures Natron* sich mit *salzsaurem Baryt* durch sogenannte doppelte Wahlverwandtschaft zersetzen. Nun sind nach den gleich folgenden Bestimmungen des Hrn. Berzelius

in dem salzsauren Baryt mit 100 Theilen Salzsäure 281,84 Theile Baryt verbunden, und so viel Baryt erfordert um durch Schwefelsäure neutralisirt zu werden, $\frac{100}{190} \cdot 281{,}284 = 148{,}04$ Theile Schwefelsäure, alles dem Gewichte nach gerechnet. Aus den Bestimmungen des Hrn. Berzelius folgt ferner, dass wenn eine solche Menge Schwefelsäure mit Alkalien verbunden wird, sie von dem Kali $\frac{116{,}38}{100} \cdot 148{,}04 = 172{,}27$, und von dem Natron $\frac{77{,}7}{100} \cdot 148{,}04 = 115{,}03$ Gewichtstheile zur Neutralität bringt. Sind folglich die Bestimmungen des Hrn. Berzelius richtig, so müssen bei jenen doppelten Zersetzungen zugleich mit 100 Theilen Salzsäure entweder 172,27 Gewichtstheile Kali oder 115,03 Gewichtstheile Natron entbunden und frei werden. Nun aber lehren die in der zweiten der gleich folgenden Tafeln verzeichneten Resultate der Berzelius'schen Versuche, dass im neutralen Zustande 100 Gewichtstheile Salzsäure mit 173,48 Gewichtstheilen Kali oder mit 114,78 Gewichtstheilen Natron verbunden sind. Es stehen folglich, wie man sieht, die Mengen von Salzsäure und von Alkali, welche in jenen doppelten Zersetzungen, zu Folge der Berechnung nach den Berzelius'schen Bestimmungen, entbunden werden müssen, genau in dem Zahlverhältnisse, in welchem sie sich nach eben diesen Bestimmungen mit einander zu neutralen Salzen vereinigen. Denn der Unterschied zwischen 172,27 und 173,48 Theilen Kali und zwischen 115,03 und 114,78 Gewichtstheilen Natron, (welche erstere zu Folge

der Berechnung da sind, letztere zu Folge der Erfahrung erfordert werden, um 100 Theile Säure zu neutralisiren) ist so gering, daſs er bei so schwierigen Versuchen nicht in Betracht kömmt. Diese Bestimmungen von Berzelius, nach denen wir hier gerechnet haben, bestehen also die Probe, da die Berechnung in beiden Fällen Neutralität giebt, wie die Erfahrung sie uns lehrt.

Ich führe nicht mehrere Berechnungen dieser Art an, weil die folgende Darstellung sie überflüssig macht.

B. *Prüfung des Gesetzes der Neutralitäts-Reihen und der Richter'schen Angaben der Mischungs-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Salze, durch Berzelius Versuche:*

Nach dem, was wir hier von der Genauigkeit und Zuverläſsigkeit der Bestimmungen verhandelt haben, welche aus den wiederholten Versuchsreihen des Hrn. Berzelius über die Neutralitäts-Verhältnisse der Verbindungen der Säuren mit den Grundstoffen der Salze und mit den Metall-Oxyden, als Resultate hervorgehen, bedarf es zu einer solchen Prüfung mehr nichts, als daſs wir diese Resultate tabellarisch zusammenstellen, und ihnen zur Vergleichung die Richter'schen Bestimmungen beifügen.

In der ersten Spalte jeder der folgenden Tafeln finden sich die mittleren berichtigten Resultate aus den Berzelius'schen Versuchen, wie sie an den angeführten Stellen von Hrn. Berzelius selbst angegeben sind, für 100 Gewichtstheile jeder Säure.

Von den umklammerten, mit (*) bezeichneten Zahlen bei einigen Metallsalzen, bezieht sich stets die zweite Zahl auf die Metallsalze mit Ueberschuss an Basis, z. B. auf das basische schwefelsaure Kupfer u. s. f. Das Zeichen MS. zeigt an, dass die Angaben aus Abhandlungen des Hrn. Berzelius entlehnt sind, welche sich noch als Manuscript in meiner Hand befinden, und erst in den folgenden Stücken dieser Annalen erscheinen werden.

In den zweiten mit *r. B.* überschriebenen Spalten dieser Tafeln findet man für jede Säure, welche die Ueberschrift nennt, die Neutralitäts-Reihe der alkalischen und erdigen Basen (und einiger Metall-Oxyde, von welchen weiterhin die Rede seyn wird,) von mir auf die Zahl 100 für den Baryt *reducirt*, welches durch einfache Regel-de-tri-Ansätze, aus den daneben stehenden, von Hrn. Berzelius aufgefundenen Neutralitäts-Verhältnissen bewerkstelligt wird. Durch diese Reduction werden die Verhältnisse, worin die Zahlen jeder Reihe zu einander stehen, nicht verändert; und da in allen diesen reducirten Reihen der Baryt mit derselben Zahl, nemlich 100, eingeht, so lässt sich durch Vergleichung der Zahlen, welche in ihnen für dieselbe Basis steht, unmittelbar übersehen, ob sie einander proportional sind oder nicht, worauf es hier ankömmt.

Tafeln, welche die Menge der Basen enthalten, mit welchen 100 Theile der Säuren im neutralen Zustande verbunden sind, nach den Versuchen des Hrn. Berzelius:

1) SCHWEFELSÄURE

100 Gewichtstheile mit Gew. Theilen		f. Annal. N. F.	r. B.	R.	R. R.
190	Baryt	(B. VIII. 169)	100	222,12	100
116,38	Kali	170)	61,25	160,4	72,2
77,7	Natron	171)	40,89	85,8	38,6
71,4	Kalk	MS.	37,76	79,3	35,7
50,06	Magnesia	MS.	26,35	61,4	27,2
42,72	Thonerde	MS.	22,48	52,5	23,6
42,56	Ammoniak	MS.	22,40	67,2	30,3
279	Bleioxydul	(VII. 331)	146,84	315,3	141,9
105,23	Zinkoxydul	MS.	55,38	90,9	40,9
101,5	Kupferoxyd. *)	(VII. 289)	53,42	97,7	44,0
65,5	Eisenoxyd. *)	308)	34,47	84,1	37,9

2) SALZSÄURE

100 Gewichtstheile mit Gew. Theilen		f. Annal. N. F.	r. B.	R.	R. R.
281,284	Baryt	(B. VIII. 169)	100	311,9	100
173,48	Kali	170)	61,68	225,5	72,3
114,78	Natron	171)	40,81	120,6	38,7
104,6	Kalk	172)	37,19	111,4	35,7
62,82	Ammoniak	173)	22,33	94,4	30,3
409,47	Bleioxydul	168)	145,36	440,5	141,2
425	Silberoxydul	166)	150,88	459,5	147,3
278,4	Kupferoxydul	(VII. 291)	98,78		
148,7	Kupferoxyd. *)	291)	52,87	136,5	43,8

*) S. den Text vor den Tabellen.

3) SALPETERSÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
Gew. Theilen			
140,36	Baryt	MS.	100
31,266	Ammoniak	MS.	22,47
205,1	Bleioxydul *)	MS.	146,12
413			294,24

4) PHOSPHORSÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
259,7	Baryt	(B. VIII. 201)	100
380,56	Bleioxydul	201)	146,51

5) KOHLENSÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
Gew. Theilen		f. Annal.	
352,57	Baryt	(B. VIII. 169)	100
142,46	Natron	198)	40,4**
129,33	Kalk	198)	36,68
79,22	Ammoniak	199)	22,47***
506	Bleioxydul	197)	143,23****

6) ESSIGSÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
62,1	Gew. Thln Natron	(MS)	40,89 †
55,74	Kalk	(MS)	36,7

7) WEINSTEINSÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
70,4	Gew. Thln Kali	(MS)	61,25
164,87	Bleioxydul	(MS)	143,44

8) SAUERKLEESÄURE

100 Gewichtstheile mit			r. B.
45,28	Gew. Thln Ammoniak	(MS)	22,4
296,6	Bleioxydul	(MS)	146,7

Vergleicht man nun mit einander die zu einerlei Basis gehörigen Zahlen in den zweiten, mit *r. B.* bezeichneten Spalten dieser Tafeln, welche die auf die gemeinschaftliche Zahl 100 für den Baryt reducirten Neutralitäts-Reihen der Basen für die einzelnen Säuren darstellen, z. B. die reducirte Neutralitäts-Reihe für die Schwefelsäure, mit der für die Salzsäure, oder für die Salpetersäure, oder für die Kohlensäure, so fällt es in die Augen, dass alle diese Reihen für dieselbe Basis einerlei Zahl enthalten, und es geht daher aus ihnen auf das Unverkennbarste hervor, dass alle Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren, aus Zahlen bestehen, die einander proportional sind. Denn die Abweichungen zwischen den zusammengehörenden Gliedern in diesen reducirten Reihen sind über alle Erwar-

**) Diese Mischungs-Verhältnisse gehören den kohlensauren Alkalien in dem Zustande an, in welchem man sie gewöhnlich für basische Salze hält; Hr. Berzelius schliesst aus der Harmonie derselben mit den gleichartigen Zahlen in den andern Neutralitäts-Reihen, dass dieser Zustand als der wahre neutrale anzusehen ist, wenn gleich die kohlensauren Alkalien in demselben auf Pflanzenfarben alkalisch reagiren, indess man sie in demjenigen Zustande, in welchem sie völlig neutralisirt zu seyn scheinen, (und in welchem, nach seinen Versuchen, 100 Theile Kohlensäure nur mit 50 Theilen Natron und mit 39,25 Theilen Ammoniak verbunden sind,) für sauere Salze nehmen müsse.

***) Diese Bestimmung beruht nur auf einem einzigen, beiläufig angestellten Versuche, und steht allen andern nach.

†) In diesen umklammerten Zahlen ist stets die oberste aus der mit *r. B.* bezeichneten Reihe der schwefelsauren Salze genommen, und die zweite ihr gemäss aus den daneben stehenden Zahlen berechnet worden.

tung gering, so dass sie nur von unvermeidlichen Unrichtigkeiten in den Versuchen herrühren können. Selbst die wenigen Glieder aus den Massen-Reihen für die Phosphorsäure und für drei Pflanzensäuren, in der 4. 6. 7. 8. Tafel, sind mit ihnen in völliger Harmonie. Ich glaube mich daher zu der Aussage berechtigt, dass durch diese Versuche das von Hrn. Richter zuerst aufgefasste *Gesetz der Neutralitäts-Reihen* für die Säuren und Basen auf eine überzeugende Weise *dargethan* ist. Doch schliesst dieses den Wunsch nicht aus, diesen Beweis dadurch noch vervollständigt zu sehn, dass H. Prof. Berzelius die Wissenschaft mit immer mehreren, mit gleicher Sorgfalt angestellten Versuchen über die Mischungs-Verhältnisse der noch übrigen Salze bereichern möge.

Man sieht zugleich aus der Einerleiheit jener reducirten Massen-Reihen unter der Ueberscrift *r. B.*, dass alle Bestimmungen der Neutralitäts-Verhältnisse der alkalischen und erdigen Salze, welche wir von Hrn. Berzelius erhalten haben, dem *Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft* auf das genauste entsprechen. Diese Neutralitäts-Verhältnisse sind also auch in so fern zuverlässige Grundlagen für weitere Forschungen, vorausgesezt, dass sie nicht nach diesem Gesetze berechnet oder ausgeglichen worden sind, welches nach dem Detail der Versuche, das Hr. Berzelius auf eine nachahmungswürdige Weise, kurz und doch vollständig mitgetheilt hat, nicht der Fall zu seyn scheint. Die

mehrsten dieser Zahl-Bestimmungen sind Mittel aus vielen Versuchen, und sollten sie auch nicht, wie ihr Urheber anfangs glaubte, bis auf einige Tausendtel genau seyn *), so scheint doch wenigstens ihre Unrichtigkeit nur selten bis auf ein Hundertel zu steigen, einige wenige ausgenommen, welche auf einem einzigen Versuche beruhen.

Ich habe in den Theilen der Tafel, welche sich auf die Schwefelsäure und auf die Salzsäure beziehn, die Neutralitäts-Reihen der Basen (und einiger Metall-Oxyde) für diese beiden Säuren, wie Richter sie zuletzt nach häufigen Verbesserungen gegeben hat **), in einer besondern mit *R* überschriebenen Spalte beigefügt. Richter's Zahlen beziehn sich, wie die Kirwan's, auf Massen wahrer, d. h. wasserfreyer, Säure, in welchem Zustande die stärkern mineralischen Säuren für sich nicht dargestellt werden können; daher sind alle seine Zahlen, welche die Mengen der alkalischen und erdigen Basen ausdrükken, die sich mit 100 Gew. Theilen einer Säure neutralisiren, größer als die Berzelius'schen Zahlen.

Unter *RR* steht die Richter'sche Massen-Reihe der Basen für die Schwefelsäure, und die für die Salzsäure, von mir auf dieselbe Art, wie die Berzelius'schen Reihen, auf das gemeinschaftliche Glied 100 für den Baryt reducirt, damit man mit einem Blick die Harmonie oder die Disharmonie

*) S. meine *Annalen* B. 37. S. 253.

**) Im 10ten Stück über die neuern Gegenstände der Chemie S. 173 u. 189.

der Resultate aus den Bestimmungen beider Chemiker übersehn könne. Die Richter'schen Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren stimmen darin mit den Berzelius'schen überein, dass sie alle einander proportional sind, und dass daher die einzige reducirte Reihe unter RR gleichmäſsig für alle Säuren gilt *).

Hält man nun aber diese Reihe mit der unter *r.B* daneben stehenden Berzelius'schen Neutralitäts-Reihe der Basen für die Säuren zusammen, so fällt das Fehlerhafte der Richter'schen Versuche zur Bestimmung der Neutralitäts-Verhältnisse der Säuren und der Basen auf das deutlichste in das Auge; bei einigen steigt der Fehler bis auf den vierten Theil. — Die philosophischen Chemiker hatten daher nicht Unrecht, dass sie den Neutralitäts-Verhältnissen und den Massen-Reihen des Hrn. Richter nicht trauten, und dass sie sich keinen Speculationen hingaben, zu denen diese sie zu locken schienen. Jetzt erst wird es Zeit, hier weiter zu schreiten, besonders wenn Herr Berzelius seine Arbeiten mit gleichem Eifer und gleichem Glück noch wird weiter geführt haben.)

Dieses alles betraf die Neutralitäts-Reihen der Basen für die Säuren. Dass sich aus ihnen die Neutralitäts-Reihen der Säuren für die Basen auf eine leichte Art berechnen lassen, und dass auch diese allesammt einander proportional seyn müssen, wenn es jene unter einander sind, läſst sich bei ei-

*) Vergl. die Tafel auf S. 402.

nigem Nachdenken sehr bald übersehn. Durch eine einzige solche Neutralitäts-Reihe der Säuren für eine Basis lassen sich daher auch hier die Neutralitäts-Reihen der Säuren für alle übrigen Basen darstellen. In der folgenden Tabelle findet man die Neutralitäts-Reihen der Säuren für den *Baryt*, und also für alle Basen, wie ich sie aus den Bestimmungen des Hrn. Berzelius ausgezogen oder nach ihnen berechnet habe; und daneben unter *R* die Resultate aus den Bestimmungen des Hrn. Richter, und unter *RR* diese letztern auf dieselbe Masse der Schwefelsäure, welche in den Berzelius'schen Zahlen steht (52,63), reducirt.

Neutralitäts-Reihe der Säuren zu den Basen.

100 Gew. Theile *Baryt* werden neutralisirt nach Hrn. Berzelius Versuchen durch Gew. Theilen		s. Annal. N. F.	R.	RR.
71,25	Salpetersäure	MS	63,23	73,94
52,63	Schwefelsäure	(B. VIII. S. 169)	46	52,63
41,31	schweflige Säure	VII. — 275)		
38,31	Phosphorsäure	VIII. — 201)	44,06	51,52
35.54	Salzsäure	169)	32,04	37,48
28,36	Kohlensäure	169)	26	30,42

An wie grossen Unrichtigkeiten die Richter'schen Versuche leiden, zeiget sich auch hier wieder auf einem Blick, wenn man die reducirten Richter'schen Neutralitäts-Zahlen unter *RR* mit den Berzelius'schen Zahlen vergleicht, von denen sie auch in ihren Verhältnissen unter einander sehr abweichen.

Ich füge hier noch eine zweite Tabelle über das Verhältniſs bei, worin die Säuren ſich mit dem *Blei-Oxydul*, nach Hrn. Berzelius Verſuchen, verbinden. Die Nachweiſung der in dieſer Tafel enthaltenen Zahlen ſteht in den Tafeln S. 414.; die für die ſalpetrigeSäure ſind noch MS.

Neutralitäts-Reihe der Säuren zu dem Blei-Oxydul.

Nach Hrn. Berzelius Verſuchen ſind verbunden

100 Gew. Thle. von beiſtehenden Säuren mit *Blei-Oxydul*		folgende Gew. Thle. von beiſtehenden *Säuren* mit 100 Gew. Thln.	mit 147,1 *Blei-Oxydul.*
118,98 Gew. Thle.	arſenigte Säure	84,04	123,66
164,87	Weinſteinſäure	59,22	87,11
200	Citronenſäure	50	73,55
205,1	Salpeterſäure	48,76	71,72
237,5	Arſenikſäure	42,11	61,95
279,5	Schwefelſäure	35,78	52,63
294,15	ſalpetrigeSäure	34	50 *)
296,6	Sauerkleeſäure	33,72	49,60
380,5	Phosphorſäure	26,28	38,66
409,17	Salzſäure	24,44	35,96
509	Kohlenſäure	19,65	28,90

Die letzte Spalte in dieſer Täfel dient zur unmittelbaren Vergleichung der Neutralitäts-Reihe der Säuren für den Baryt, (und überhaupt für die Alkalien und alkaliſchen Erden,) wie ſie die vorige Tafel darſtellt, mit den in dieſer Tafel enthaltenen Miſchungs-Verhältniſſen der Säure mit dem Blei-Oxydul. Denn es werden 147,1 Theile Blei-Oxy-

*) Durch ein Verſehn iſt in dem Originale das Miſchungs-Verhältniſs des überbaſiſchen ſalpetrigſauren Bleyoxydul ſtatt des neutralen geſetzt worden, ein Irrthum, welchen ich hier verbeſſert habe.

dul von 52,63 Theilen Schwefelsäure (also von derselben Menge, als 100 Theile Baryt) gesättigt; daher bilden die Zahlen in dieser letzten Spalte eine auf dieselbe Masse der Schwefelsäure, als bei dem Baryt, reducirte Neutralitäts-Reihe der Säuren für das Blei-Oxydul, und lassen sich folglich unmittelbar mit denen in der ersten Spalte der Tafel für den Baryt zusammenhalten. Und hier zeigt sich eine so nahe Uebereinstimmung der einzelnen zusammengehörigen Glieder, daſs es kaum zu bezweifeln ist, daſs auch die Verbindungen der Säuren mit dem Blei-Oxydul dem *Gesetze der Neutralitäts-Reihen*, welches für Säuren und alkalische und erdige Basen gilt, unterworfen sind, und mithin auch dem *Gesetze der doppelten Wahlverwandtschaft* bei doppelten Zersetzungen mit den alkalischen und erdigen Salzen.

Noch mehr fällt dieses in die Augen, wenn man in der tabellarischen Zusammenstellung der Neutralitäts-Reihen der Basen und einiger Metall-Oxyde für die Säuren, wie sie sich aus den Versuchen des Hrn. Berzelius ergeben, S. 414., die unter *r B* stehenden reducirten Massen-Reihen nachsieht. In ihnen allen tritt, für jede der dort aufgeführten Säuren, das Blei-Oxydul mit einerlei Zahl auf, (146 im Mittel,) oder vielmehr von dieser Zahl nur so wenig abweichend *), daſs die Verschiedenheit lediglich aus den unvermeidlichen Fehlern der Ver-

*) Nemlich mit folgenden Zahlen: 146,84; 145,36; 146,12; 146,51; (143,23; 143,44;) 146,7.

ſuche entſpringen kann. Auch das *Kupfer-Oxyd* bleibt in den reducirten Neutralitäts-Reihen für die Schwefelſäure und für die Salzſäure bei einerlei Zahl, ſowohl im neutralen als im baſiſchen Salze. Die Geſetzmäſsigkeit, die wir hier für die Salze mit alkaliſchen und erdigen Baſen dargethan haben, ſcheint ſich daher auch auf die *Metall-Salze* zu erſtrecken, welches noch Hr. Berthollet nicht glaubte *).

Hrn. Richter iſt dieſes nicht entgangen, als er ſich in ſeinen ſtöchyometriſchen Unterſuchungen zu den Metallen wendete; nachdem er die Meſskunſt chemiſcher Elemente, wie ſie in den alkaliſchen und erdigen Neutralſalzen ſich verbunden zeigen, in ihrem ganzen Umfange erſchöpft zu haben glaubte. Seine ſogenannten phlogometriſchen Betrachtungen, und ſeine Lehre von der quantitativen Ordnung der Metalle **), beſtehn der Hauptſache nach in einer Erweiterung und Uebertragung ſeiner Geſetze der doppelten Wahlverwandtſchaft und der Neutralitäts-Reihen, und ſeiner übrigen Speculationen, auf die Metall-Salze ***).

*) Vergl. oben S. 407.

**) Im 8ten und in den folgg. Stücken *Ueber die neuern Gegenſt. der Chemie*, welche von 1797 bis 1802 erſchienen ſind.

***) Die wenigen Glieder aus den Maſſen-Reihen der Metall-Oxyde für die Schwefelſäure und für die Salzſäure, welche ich in der erſten tabellariſchen Zuſammenſtellung S. 414. in den Spalten R und RR beigefügt habe, zeigen hinlänglich, wie Hr. Richter auch die Metallſalze ſeinen beiden erwähnten Geſetzen für unterworfen hielt.

Hier aber öffnet ſich zugleich eine neue Ausſicht von weitem Umfange.

6. Ueberſicht der noch übrigen Unterſuchungen.

In allen Metallſalzen ſind die Säuren mit Metall-Oxyden, alſo mit zuſammengeſetzten Körpern verbunden, die insgeſammt Sauerſtoff als einen Beſtandtheil und als zweiten Beſtandtheil einen einfachen verbrennlichen Körper, ein Metall, enthalten. Es entſtehn hier alſo Möglichkeiten von Geſetzmäſsigkeit in der Zuſammenſetzung der Metall-Salze, ſo fern wir ſie mit der Zuſammenſetzung der Metall-Oxyde, welche ihnen zur Baſis dienen, vergleichen. Ferner werden wir jetzt durch überzeugende Verſuche belehrt, daſs auch die Verbindungen der Metalle mit dem Schwefel an beſtimmte und einfache Verhältniſſe gebunden ſind; eine Vergleichung dieſer Verhältniſſe mit denen, wonach die Metall-Oxyde und die Metall-Salze gemiſcht ſind, giebt daher ebenfalls feſten Abhängigkeiten und Geſetzen Raum. Aus noch höheren Geſichtspunkten erſcheinen Geſetzmäſsigkeiten dieſer Art, ſeitdem durch die Entdeckungen, durch die Herr Davy in London unſer Jahrzehend verherrlicht hat, die Scheidewand fortgehoben iſt, welche die alkaliſchen und erdigen Salze von den Metall-Salzen für immer zu trennen ſchien; indem ſich dieſer groſse Phyſiker durch Entzifferung der Geſetze der chemiſchen Wirkungen der galvani-

schen Elektricität *) im Besitz eines Zauberstabs sah, der ihm die elektrisch-chemische Natur der Körper, und insbesondre das Geheimniss der Zusammensetzung der Alkalien und der Erden enthüllte, und uns in ihnen Oxyde kennen lehrte von Metallen, die unter allen uns bekannten Körpern die grösste Verwandtschaft zum Sauerstoff zu besitzen scheinen. Sollte es Hrn. Davy gelungen seyn, das bisher ungelöste Räthsel der Natur der Salzsäure, dem er seit einigen Jahren unermüdlich nachspürte, mit nicht minderem Glück gelöst zu haben, und sollte sich seine Lehre bestätigen, dass die Salzsäure und fast alle bisher für salzsauer gehaltene Verbindungen, nichts anders als Verbindungen eines chemisch-einfachen Körpers, der mit dem Sauerstoff in eine Klasse gehört, nemlich des oxygenirt-salzsauren Gas, mit Wasserstoff und mit verbrennlichen Körpern im nicht oxydirten Zustande sind **); so würde hierdurch abermals eine neue und reiche Quelle für Proportionalitäten in den festen Mischungs-Verhältnissen der Verbindungen eröffnet seyn, derjenigen nemlich, welche verbrennliche Körper mit oxygenirt-salzsaurem Gas und welche sie mit Sauerstoff eingehn.

Schon Bergmann hat eins der Gesetze, deren Möglichkeit uns diese Ueberlegungen zeigen, in der Natur wahrgenommen, und zwar das erste der hier angedeuteten, nemlich Proportionalität zwi-

*) Diese seine Arbeit enthalten die *Annalen* B. 28. S. 1. f.

**) S. gegenw. Band der *Annalen* S. 1. f.

ſchen der Miſchung der zu einerlei Säure gehörigen Metall-Salze, und der ihnen als Baſen dienenden Metall-Oxyde; er bemerkte ſie, als er über die Erſcheinungen nachdachte, die ſich bei dem metalliſchen Niederſchlage eines Metalls aus ſeinen Auflöſungen, durch ein anderes Metall, zeigen, baute aber darauf nicht weiter*). Hr. Richter hat ſich mehrere Jahre lang damit beſchäftigt, dieſe Proportionalität durch genaue Verſuche zu beweiſen **); doch ſcheint es mir erſt Hrn. Gay-Luſſac in Paris gelungen zu ſeyn, das Geſetz, auf welches ſie führt, in ein hinlänglich helles Licht zu ſetzen und durch überzeugende Beweiſe darzuthun ***). Daſs die Verbindungen gasförmiger Körper eines mit dem andern immer nur nach ſehr einfachen Verhältniſſen der Miſchung und der Condenſirung vor ſich gehn, iſt durch denſelben genievollen Phyſiker ſehr belehrend nachgewieſen †), und auf dieſe Art ein neuer Weg zur Einſicht in die wahre Natur der chemiſchen Verbindungen eröffnet worden. Die reichſte Erndte in dieſen Feldern des Wiſſens ſcheint indeſs Hrn. Berzelius zugefallen zu ſeyn,

*) Vergl. oben S. 315.

**) Vergl. S. 423. Anm.

***) In ſeinen *Bemerkungen über eine Beziehung, in der die Oxydirung der Metalle und ihre Sättigungs-Capacität für die Säuren mit einander ſtehn*, in dieſen *Annalen* J. 1811. St. 7. od. B. 38. S. 289.

†) In ſeiner *Abhandlung über die Verbindungen der gasförmigen Körper eines mit dem andern*, in dieſen *Annalen* J. 1810 St. 9. od. B. 36. S. 6. f.

der von den ſtöchyometriſchen Geſetzen Richter's ab, ſich mit eben ſo viel Kraft als Kühnheit allmählig immer höher bis zu Geſetzen über die feſten und einfachen Miſchungs-Verhältniſſe der Körper erhoben hat, welche er für die höchſten der chemiſchen Verbindungen hält, und in denen er die organiſche ſowohl als die unorganiſche Natur umfaſst zu haben glaubt *).

Schon iſt indeſs der Raum, der dieſer akademiſchen Schrift beſtimmt war, überſchritten. Ich behalte es daher einer andern Zeit und Gelegenheit vor, dieſe merkwürdigen Geſetze auf eine ähnliche Art beurtheilend zu entwickeln, wie es mit den hier verhandelten geſchehn iſt, und zugleich einige nicht minder intereſſante Materien zu erörtern, welche ebenfalls zu den neuſten und verborgenſten der philoſophiſchen Naturlehre gehören, und auf die der Gang dieſer Unterſuchungen führt. Ich meine die von dem ſcharfſinnigen und kühnen Naturforſcher Dalton erdachte und ausgebildete Corpuscular-Hypotheſe, welche die Einfachheit und Unabänderlichkeit der Verhältniſſe, wonach die

Ff 2

*) In ſeinem *Verſuch, die beſtimmten und einfachen Verhältniſſe aufzufinden, nach welchen die Beſtandtheile der unorganiſchen Natur mit einander verbunden ſind*, in dieſen *Annal.* J. 1811 St. 3 u. 4, B. 37. S. 249 u. 425. *Erſte Fortſetzung* B. 38. S. 161; *zweite* und *dritte Fortſetzung* in den erſten Stücken des folgenden Jahrgangs. Ein ſummariſcher Bericht von dieſen ſeinen Unterſuchungen, den er der Schwed. Akad. d. Wiſſenſch. mitgetheilt hat, ſteht in dem *Schweiggerſchen* Journale der Chemie B. 2, S. 297.

Körper sich miteinander verbinden, und das Gesetzmäſsige hierin auf die einfachste Weise zu erklären scheint, und welche Davy'n in einem noch unbetretnen Felde der Forschung durch Rechnung Resultate gegeben hat, die mit seinen Versuchen harmoniren. Ferner die Lieblings-Hypothese des sel. Richter's, von arithmetischen, geometrischen, ja selbst nach den Trigonalzahlen fortschreitenden Progressionen, welche er in den Massen- oder Neutralitäts-Reihen der Basen und der Säuren, und in den Oxydations-Reihen der Metalle und der übrigen einfachen verbrennlichen Körper gefunden zu haben glaubt; Reihen, in denen dieser Physiker die quantitative Ordnung der chemischen Elemente und das wahre und einzige Fundament des ganzen chemischen Calculs suchte. Endlich die Folgerungen, welche sich aus allen diesen Gesetzen ziehn lassen, zur Kenntniſs der Kraft der Verwandtschaft selbst, und die Art, die Verwandtschaften in Zahlen auszudrücken und sie der Rechnung zu unterwerfen. — Ist indeſs auch von dem Gemählde, das ich mir auszuführen vorgesetzt hatte, hier erst ein Theil ausgemahlt; so darf ich mir doch schmeicheln, die Arbeit so weit geführt zu haben, daſs die Untersuchungen der Herren Gay-Lussac und Berzelius unmittelbar in sie eingreifen, und daſs sie schon jetzt als eine vollständige Einleitung zu dem Studium dieser Untersuchungen dienen kann.

II.

Versuche über die Menge von Schwefel, welche einige Metalle auf trocknem Wege verschlucken können,

von

VAUQUELIN *).

Dafs wir über die Menge des Schwefels, welche sich mit Metallen im Schmelzen verbindet, von den Chemikern so sehr verschiedene Angaben erhalten haben, rührt unstreitig von ihrer Art zu operiren her, und von dem Grade der Hitze, dem sie die Mengungen ausgesetzt haben. — Plötzliche und starke Hitze entführt den gröfsten Theil des Schwefels, besonders wenn ein Metall wenig schmelzbar und nicht sehr fein zertheilt ist; bei zu weniger Hitze kann dagegen unverbundner Schwefel zwischen den Zwischenräumen des entstandnen Schwefel-Metalls bleiben.

Doch auch abgesehn von diesen Ursachen von Irregularitäten, scheint es nicht zweifelhaft zu seyn, dafs dasselbe Metall sich mit verschiednen Mengen von Schwefel, nach Verschiedenheit der Hitzegrade,

*) Aus den *Annales du Mus. d'hist. natur.* t. 17. p. 16. frei übersetzt von Gilbert.

verbinden kann, die darauf einwirken, und dieses ist sicher die gewöhnlichste Quelle der Verschiedenheiten, die zwischen den hierher gehörigen Resultaten der Chemiker herrscht.

Ich habe bei allen meinen Versuchen den zum Schmelzen der Mengung nöthigen Hitzegrad, so gut als es möglich war, zu erreichen, und die Masse lange Zeit genug im Flusse zu erhalten gesucht, dass aller Schwefel sich von ihr abscheiden konnte. Es versteht sich, dass ich den Zutritt der Luft sorgfältig abhielt, indem ich in Retorten, und wo es nöthig war, in Tiegeln operirte. Jede Verbindung habe ich 3 bis 4 Mahl hervorgebracht, und sehr abweichende Resultate bei dem Mittel nicht mitgenommen; die, aus welchen die Mittel gezogen sind, wichen von einander nie über 2 Hundertel ab.

Ich zerkleinerte die Metalle so weit es nur möglich war, vermengte sie mit 3 Mahl so viel Schwefelblumen, als ich vorläufig wusste, dass sich mit ihnen verbinden würde, und bedeckte die Mengung unterwärts und oberwärts mit Schwefel. Waren die Schwefel-Metalle so schwer zu schmelzen, als die aus Eisen und Kupfer gebildeten, so pulverisirte und schmolz ich sie mit neuem Schwefel zu drei verschiednen Malen.

Ich schätze mich glücklich, dass meine Resultate denen des Hrn. Proust von allen am nächsten kommen; nur beim Eisen weichen sie bedeutend von den seinigen ab, und davon werde ich die Ursache nachweisen. Es ist kaum nöthig hinzuzu-

fügen, dass diese Bestätigung der Arbeit des Hrn. **Proust** für die Chemiker und besonders für die Metallurgen, die es mehrentheils mit Schwefel-Metallen zu thun haben, nicht ohne Werth sey.

Es besteht	in 100 Gewichtstheilen aus				
	Metall	Schwefel	Metall	Schwefel	
	nach Vauquelin				nach
Schwefel-Kupfer	78,69	21,31	78	22	Proust
Schwefel-Zinn	85,9	14,1	85	15	Pelletier
Schwefel-Blei	86,23	13,77	86	14	Proust
Schwefel-Silber	87,27	12,73	85	15	Klaproth
Schwefel-Eisen	78	22	62,5	37,5	Proust
Schwefel-Spiessglanz	75	25	74,1	25,9	Proust
Schwefel-Wismuth	68,25	31,75	85	15	Wenzel
			60	40	Sage
Schwefel-Manganes	74,5	25,5			
Schwefel-Arsenik	57	43			*)

*) Vorzüglich genaue Versuche über die Zusammensetzung einiger dieser Schwefel-Metalle, haben meine Leser in B. 7 und 8. der Neuen Folge dieser *Annalen* von Herrn Prof. **Berzelius** erhalten, der sie zum Behuf seiner Berechnungen über die Mischungs-Verhältnisse der Salze, als Normal-Analysen brauchen zu können wünschte, und auch diese mögen zum Vergleiche hier stehn:

	enthält in 100 Theilen		
Schwefel-Blei	86,44 Th. Metall	13,36 Th. Schwefel	(B. 7. S. 326)
Schwefel-Silber	87,032 — —	12,968 — —	(B. 8. S. 165)
Schwefel-Eisen im Minimo	63 — —	37 — —	(B. 7. S. 298)

Die beiden ersten Bestimmungen stimmen mit den Resultaten **Vauquelin's** so genau, als es sich nur erwarten lässt, überein; die dritte kömmt der **Proust'schen** Bestimmung sehr nahe. — In der Arseniksäure findet Hr. **Berzelius** auf 100 Theile Arsenik 51,428 Theile Sauerstoff. Mit 100 Theilen Blei verbinden sich nach ihm 7,7 Theile Sauerstoff und 13,36 Theile Schwefel. Berechnet man hieraus, auf seine Art, die Zusammensetzung des Arsenik-Schwefels im Maximo, so müsste dieser in 100 Theilen aus 52,84 Theilen Arsenik und 47,16 Theilen Schwefel bestehn.

Gilbert.

Schwefel - Manganes.

Ich nahm 7,25 Grammes trocknes kohlensaures Manganes und eben so viel Schwefelblumen, mengte sie und erhitzte sie in einem Tiegel, in einem gewöhnlichen Ofen, fast 1 Stunde lang. Ich fand darauf in dem Tiegel eine schwammige grünliche Masse, die 5,6 Grammes wog, dem natürlichen Schwefel-Manganes vollkommen glich, und mit schwacher Salpetersäure übergossen, viel Schwefel-Wasserstoffgas entband.

Als ich 8 Grammes kohlensaures Manganes in einem Tiegel stark calcinirte, blieben 4,6 Gr. eines grau-grünlichen Oxyds zurück, das sich indess nicht ganz in schwacher Salpetersäure auflöste. Mit Schwefel behandelt, würden 8 Gr. kohlensaures Manganes 6,18 Gr. Schwefel-Manganes gegeben haben; und da es dabei wenigstens eben so viel an Wasser und an kohlensaurem Gas, als für sich erhitzt, verloren haben muss, so giebt der Unterschied des Verlusts in beiden Fällen (3,4 — 1,82 = 1,58 Gran) die Menge des Schwefels, die sich mit dem Metall verbunden hatte. Daraus folgt, dass sich 100 Th. Manganes mit 34 Th. Schwefel verbinden, und dass 100 Theile Schwefel-Manganes ungefähr 25 Th. Schwefel enthalten. Ich vermuthe, dass das Manganes sich hier im Minimo der Oxydirung, eben so wie in dem kohlensauren Manganes befindet; denn es ist von grüner Farbe, wie das Oxyd im Minimum. Befindet es sich in dem me-

tallischen Zustande, so enthält das Schwefel-Manganes mehr Schwefel, als ich hier angegeben habe.

Schwefel-Kupfer.

Gepulvert und eine Zeitlang in einem Röst-Scherben in Rothglühhitze calcinirt, schmolz das, auf die angegebene Weise gebildete Schwefel-Kupfer, und hing sich an die Schale fest an, ohne doch einen Geruch nach schwefliger Säure auszustossen; die Farbe desselben wurde gräulich-grün. Als es nach dieser Calcination gepulvert, und darüber Wasser gekocht wurde, löste sich nur sehr wenig auf; sehr viel dagegen in schwacher Salpetersäure, ohne merkbare Entbindung von Salpetergas, und mit Zurücklassung eines schön rothen Rückstands, den ich als metallisches Kupfer erkannte. Salpetersaurer Baryt bewirkte in der Auflösung einen reichlichen Niederschlag. Auch schwache Schwefelsäure löste jene Substanz mit Zurücklassung des metallischen Kupfers auf, ohne dass sich schwefligsaures Gas entband. Eben so Salzsäure, die ein wenig unverbranntes Schwefel-Kupfer und metallisches Kupfer als Rückstand liess, kein Schwefel-Wasserstoffgas entband, und ebenfalls eine Auflösung gab, in der Barytsalze einen reichlichen Niederschlag bildeten.

Aus diesen Versuchen erhellt, dass das Schwefel-Kupfer durch Calciniren sich in schwefelsaures Kupfer mit Ueberschuss an Oxyd verwandelt, während ein Theil des metallischen Kupfers frei wird.

Denn 1) lösten die drei genannten sehr verdünnten Säuren es nach dem Calciniren auf, ohne weder Salpetergas, noch schwefligsaures Gas, noch Schwefel-Wasserstoffgas zu entbinden; 2) gaben die salpetersaure und die salzsaure Auflösung mit Barytsalzen Niederschläge, welche sich in keiner Säure auflösen ließsen; 3) hatte das Wasser sehr wenig davon aufgelöst, wie sich durch Reagentien zeigte; 4) löste sich der rothe Rückstand, der in allen drei Fällen blieb, in concentrirter Salpetersäure unter Entbindung von Salpetergas auf, und die Auflösung gab mit blausaurem Kali einen rothen Niederschlag und färbte das Ammoniak blau.

Man hatte bis jetzt noch nicht erklärt, wie das in Mexico gefundene und von Hrn. Proust analysirte schwefelsaure Kupfer mit Ueberschuss an Oxyd entstanden sey; die obigen Versuche weisen nach, dass es durch Zersetzung von Schwefel-Kupfer gebildet seyn kann, und dass dieses der Ursprung desselben sey, scheint mir die natürlichste Hypothese zu seyn. — Zwar findet sich, erinnere ich mich recht, kein metallisches Kupfer in dem natürlichen schwefelsauren Kupfer mit Ueberschuss an Oxyd; aber auch ich würde kein metallisches Kupfer erhalten haben, hätte ich das Schwefel-Kupfer lange genug erhitzt, um alles Kupfer in Oxyd zu verwandeln. Auch enthält das Mexikanische ziemlich viel Eisen-Oxyd, welches anzeigt, dass dem Schwefel-Kupfer Schwefel-Eisen beigemischt war; dieses wird sich zuerst in schwefelsaures Eisen ver-

wandelt, bei der stärkern Oxygenirung des Eisens aber die Säure dem Kupfer abgetreten haben.

Das künstliche Schwefel-Kupfer gleicht dem natürlichen so vollkommen, daſs es viel Uebung erfordert, sie von einander zu unterscheiden.

Schwefel-Eisen.

Herr **Proust** hat sich begnügt sehr fein zertheiltes Eisen Schwefeldämpfen in einer Hitze auszusetzen, welche nicht stark genug war, um das Schwefel-Eisen zu schmelzen, indeſs es in meinen Versuchen vollkommen geschmolzen wurde. Vielleicht rührte die Verschiedenheit in unsern Resultaten daher, daſs sich in dieser Hitze weniger Schwefel mit dem Eisen verbindet, als in einer geringern Hitze; wenn gleich es Metalle giebt (z. B. Silber und Blei), die auf nassem Wege nicht mehr Schwefel in sich aufnehmen als in einer Glühehitze, in welcher ihre Schwefel-Metalle schmelzen, wie ich mich durch Versuche überzeugt habe.

Um dieses zu prüfen habe ich das Verfahren des Hrn. **Proust** wiederholt. Es gab mir ein Schwefel-Eisen, das in 100 Theilen 34,21 Th. Schwefel enthielt, welches den von Hrn. **Proust** gefundenen 37 Theilen sehr nahe kömmt*). Diese

*) Nach Hrn. **Berzelius** löst sich ein Antheil metallisches Eisen, wenn es dem Schwefel bei Bereitung des Schwefel-Eisens in Ueberschuſs zugesetzt wird, während des Schmelzens in dem Schwefel-Eisen auf, und diese Auflösung kann unmerkliche Abstufungen haben. „Verhielte es sich nicht auf diese Weise," fügt er hinzu, „so wäre die ganze Lehre

Verbindung zieht der Magnet nicht, wie die durch Schmelzung gebildete. Da ich die Operation in einer Retorte vornahm, bemerkte ich, daſs ſich ein wenig Schwefel-Waſſerſtoffgas entband, ob ich gleich die Eiſenfeile ſtark erhitzt und den Schwefel zuvor geſchmolzen hatte; dieſes deutet auf Anweſenheit von Waſſerſtoff in dem Eiſen oder in dem Schwefel, in welchem letztern ſie Hr. **Berthollet** der Jüngere ſchon dargethan hat.

Verſuche, Schwefel-Kupfer und Schwefel-Silber durch andere Metalle zu zerſetzen.

Schwefel-Kupfer zerſetzte ſich, als ich es mit gleichen Theilen *ſchwarzes Manganes-Oxyd* ½ St. lang vor einer Eſſe erhitzte, und das reine Kupfer fand ſich mit ſeiner natürlichen Farbe am Boden des Tiegels. Daſſelbe war der Fall als es mit ¾ ſeines Gewichts *Eiſenfeile* erhitzt wurde.

Schwefel-Silber wird durch dieſelben Metalle und auch durch *Kupfer* zerſetzt.

Bei dieſen Verſuchen, die ich nur erſt angefangen habe, erhielt ich nie die ganze Menge von Metall, welche in dem zerſetzten Schwefel-Metalle enthalten war; ein Theil blieb in den ſich bildenden Schwefel-Metallen, entweder eingemengt oder mit ihnen verbunden, zurück.

(die Seinige), für die ſo viele Verſuche ſchon geſprochen haben, ein bloſser Gedanke, dem in der Wirklichkeit nichts entſpräche." (Annal. N, F. B. 7. S. 302.) Es wäre daher ſehr zu wünſchen, daſs dieſer Punkt durch neue Verſuche ganz in das Reine geſetzt würde. *Gilbert.*

Ich gebe hier keine Beſchreibung der Schwefel-Metalle, welche ich gebildet habe, weil ſie faſt alle mit den bekannten, von den Mineralogen beſchriebnen Schwefel-Metallen übereinſtimmen. Nur das *Schwefel-Eiſen* iſt von dem natürlichen ſehr verſchieden, welches 50 und einige Procent Schwefel enthält, indeſs das durch Schmelzung gebildete nur 22 Procent Schwefel hat, auch von dem Magnete noch angezogen wird. Das natürliche Schwefel-Eiſen verliert, wenn man es ſchmilzt, die Hälfte ſeines Schwefels, und iſt dann ungefähr in demſelben Zuſtande als das künſtliche Schwefel-Eiſen; ein Beweis, daſs das natürliche Schwefel-Eiſen auf naſſem Wege entſtanden iſt. Das ſtimmt auch mit der Lagerung dieſes Erzes und mit den verbrennlichen Körpern, die daſſelbe begleiten, überein.

III.

Einige Versuche über das Tönen der Gasarten,

von

den HH. Kerby und Merrick zu Cirenceſter *).

Da man die mehrſten Gasarten ſich jetzt ſehr leicht verſchaffen kann, iſt es zu verwundern, daſs wir noch ſo wenig Verſuche über die Eigenſchaft derſelben haben, in tönende Schwingungen zu gerathen. Dieſes liegt wahrſcheinlich an der Schwierigkeit, einen Apparat einzurichten, der ſich leicht behandeln läſst und vergleichbare Reſultate giebt. Wir haben dieſe Schwierigkeit zu überwinden geſucht.

Unſer Apparat beſteht aus einem kleinen Doppel-Blaſebalg, der an einem ſenkrecht ſtehenden, auf dem Teller einer vortrefflichen einſtiefligen Luftpumpe aufgeſchrobnen, hölzernen Ramen, in ſenkrechter Lage, befeſtigt iſt. An der einen aufrecht ſtehenden Leiſte des Ramens befindet ſich ein Ther-

*) Aus Nicholſon's *journ. of natur. philoſ.* Dec. 1810. Gilbert.

mometer, an der andern eine kleine Orgelpfeife aus dem Flötenregister, welcher der Wind aus dem Blasebalge durch einen in dem Holze ausgehölten Kanale zugeführt wird. Ein 13 Zoll hoher und 7 Zoll weiter Glasrecipient, der mit Spindel und Lederbüchse versehn ist, umschliesst den ganzen Apparat. Der Blasebalg wird mittelst eines Hebels in Bewegung gesetzt, der zwei rechtwinkliche Knie hat, in Gestalt des Buchstaben L, und dessen mittlerer oder senkrechter Arm luftdicht durch die Lederbüchse geht.

Nach 80 Kolbenzügen schien die Pfeife keinen Ton mehr anzugeben, als wir den Blasebalg in Bewegung setzten.

Nach 200 Kolbenzügen liessen wir das Gas, mit dem wir den Versuch anstellen wollten, in den Recipienten steigen. Es befand sich in einer Blase, welche mit einem Hahnstück versehen war, und dieses wurde an den obern Hahn des Recipienten angeschraubt.

Neben diesem Apparate stand ein Monochord mit beweglichem Stege, den wir, während der Blasebalg in Bewegung gesetzt wurde und die Pfeife tönte, so lange verschoben, bis die Seite des Monochords genau die untere Octave des Flötentons angab. Wir massen dann die halbe Länge der schwingenden Saite in Tausendteln der ganzen Länge; diese Zahl steht in der fünften Spalte der Tafel, welche die Resultate unsrer Versuche darstellt. Das Monochord war zuvor nach einer stäh-

lernen Stimmgabel in das *ut* der ersten Basis des Lord Stanhope, welches Chladni *ut* 2 nennt, oder in *c* der kleinen Octave, nach der deutschen Bezeichnungsart gestimmt worden.

Unsere Versuche sind zwar noch unvollkommen, doch glauben wir eine möglichst gedrängte Uebersicht ihrer Resultate schon jetzt den Physikern mittheilen zu dürfen. Die relative Stärke des Tons liess sich in den wenigsten derselben bestimmen; wir waren von zu viel Geräusch umgeben, und die Intensität des die Pfeife anblasenden Windes war allzu veränderlich. Dagegen haben wir den Zweck ziemlich gut erreicht, den wir zunächst vor Augen hatten; nemlich die Veränderungen in der Tonhöhe zu finden, die unter übrigens gleichen Umständen von den Verschiedenheiten in der physikalischen und der chemischen Natur der tönenden Gasarten herrühren. Wir werden diese Versuche zu einer günstigern Zeit fortsetzen.

In mehrern Versuchen hatten wir das Gas in drei oder vier ungefähr gleichen Portionen in den Recipienten gebracht; diese sind in der ersten Spalte mit Buchstaben bezeichnet.

*) Länge desjenigen Theils der ganzen in c gestimmten Saite, dessen Ton von gleicher Hohe mit dem des Gas war.

**) Entfernung bis auf welche man das Tönen der unter dem Recipienten befindlichen Pfeife hören konnte.

***) Nachdem der Glasrecipient, der die Pfeife bedeckt, war weggenommen worden.

†) Bei jeder neuen Dosis wird anfangs der Ton erniedrigt.

Versuch	Stand des Barom. e. Z.	Stand des Therm. F.	Tönendes Gas	*)	**)	
1.	29,69	67°	Atmosph. Luft	0,095		um Mitternacht
2.		—	Sauerstoffgas aus Braunst.	0,100		
3. a	29,68	60	Kohlensaures Gas	0,105		
b				111		
c				112		
d				113		
4. a	—	61	Wasserstoffgas	0,053		mit Zink entbunden
b				052		
c				049		
5.	—	—	Atmosph. Luft	0,093		
6. a	—	—	Salpetergas	0,100		aus Salpetersäure und Kupfer
b				083		
c				083		
7.	29,56	—	Atmosph. Luft	0,095		
8. a	29,53	66	Kohlensaures Gas	0,117	310	aus Marmor
b				115	342	
9. a	—	65	Atmosph. Luft	0,095	273	
b		64		095	1236	***)
10.	29,47	—	Aetherdampf	0,065	57	†)
11. a	29,38	63	Sauerstoffgas	0,099		
b	29,37	—		098	245	starkes Anblasen
12.	29,36	61	Atmosph. Luft	0,094	245	
13. a	29,49	65	Wasserstoffgas	0,047		wie der Ton einer kleinen Glocke
b				044		
c		66		044		
d				042	146	
14. a	29,48	70	Stickgas	0,089		voller und sanfter Ton
b		69	Wasserstoffgas	061		
b	29,45	66		072		
c			Kohlensaures Gas	082		
d			Sauerstoffgas	083		
e			geathmete Luft	088		
15. a	29,44		leicht Kohlen-Wasserstoffgas	0,088		aus Holz
b				089		
c				090	341	
16.			Atmosph. Luft		379	
17. a			Oxydirtes Stickgas	0,108		aus salpetersaurem Ammoniak
b				112		
c	29,43			113		
d		65		116	371	

IV.

Allgemeine Resultate aus den zu Carlsruhe angestellten Witterungs-Beobachtungen von dem Jahr 1810, und deren Vergleichung mit denen von andern Jahren;

von

dem Hofr. Böckmann, Prof. d. Naturlehre *).

Die Beobachtungen werden gewöhnlich *Morgens* im Winter zwischen 7 und 8, im Sommer zwischen halb 6 und halb 7, *Mittags* zwischen 2 und 3, und *Nachts* zwischen halb 10 und halb 11 Uhr angestellt. Die dabei benutzten meteorologischen Instrumente sind von vorzüglicher Güte. Das *Gefäſsbarometer* ist mit einem Nonius, der unmittelbar $\frac{1}{10}$ Linien angiebt, einem Senkel und Thermometer versehen; das Gefäſs ist so weit, daſs 1 Zoll Fallen das Niveau nur um $\frac{1}{100}$ Linien erhöht **). Das Zimmer, wor-

*) Mitgetheilt von dem Hrn. Verf. für die Annalen aus der Groſsherzogl. Badenschen Staatszeitung vom 9. Jan. 1811.

**) In einem Aufsatze des Hrn. Dr. Benzenberg in diesen *Annal.* N. F. B. VI. S. 346. steht, er habe die Barometer des Stuttgarder physikalischen Kabinets untersucht; es war aber das hiesige, welches berichtigt zu werden verdient, da Stuttgard um mehrere 100 Fuſs höher als Carlsruhe liegt. Ich war damals grade im Bade Dipolzau, um alle vier Quellen zu analysiren, und hatte zwei der besten Reisebarome-

in ſich das Barometer befindet, hat das ganze Jahr über eine Temperatur von etwa 15 Graden. Bei den Beobachtungen, welche in dieſer Zeitung alle 8 Tage erſcheinen, ſind die Barometerhöhen nicht auf die Normal-Temperatur von 10° R. reducirt, wohl aber bei den monatlichen und jährlichen Reſultaten. Das Niveau des Queckſilbers in dem Gefäſse befindet ſich 19 Fuſs über dem Pflaſter des Marktplatzes. Das Reaumur'ſche (eigentlich de Luc'ſche) Queckſilber-*Thermometer*, hängt ganz frei gegen Norden, im Schatten. Eben ſo das de Luc'ſche *Fiſchbein-Hygrometer*, welches von Zeit zu Zeit mit 2 ähnlichen, harmonirenden verglichen wird. Die Richtung des *Windes* wird an den Fahnen des Groſsherzogl. Schloſſes, oder nach dem Zuge der Wolken u. ſ. w. beobachtet. Das *Regen-* und *Ausdünſtungsmaas* haben jedes 1 franzöſ. Quadratfuſs Oberfläche, und ſind ganz frei in einem Garten aufgeſtellt.

Höchſter Barometerſtand: am 31. Januar Morgens 28 Zoll $5\frac{42}{100}$ Linien, bei einer Kälte von $-9\frac{3}{10}$ Grad, einer Feuchtigkeit von 74 Grad, Windſtille und trüber, dünſtiger Witterung. *Tiefſter:* am 6. März Mittags 27 Zoll $0\frac{69}{100}$ Linien, bei $10\frac{2}{10}$ Grad,

Gg 2

ter bei mir. Ich bemerke bei dieſer Veranlaſſung, daſs meine phyſikaliſche Beſchreibung der Bäder Griesbach, Petersthal und Antogaſt im Groſsherzogthum Baden vor Kurzem erſchienen iſt, und daſs in meiner Anzeige *Annal. N. F.* B. VII. S. 231. Z. 8 von unten ſtehn ſollte *geſchwärzten* Zuſtande. *Böckmann.*

einer Feuchtigkeit von 61 Grad, Südweſtwind, trüber, dünſtiger, etwas regnigter Witterung. *Veränderung:* 16$\frac{73}{100}$ Linien. *Mittlere Höhe* aus 1095 Beobachtungen: 27 Zoll 9$\frac{82}{100}$ Linien, daher um $\frac{12}{100}$ Linien höher, als im Mittel aus vieljährigen Reſultaten.

Höchſter Thermometerſtand: am 26. July Mittags 24$\frac{4}{10}$ Grad, bei Nordoſtwind, ſehr heiterem Himmel, einer Barometerhöhe von 27 Zoll 8$\frac{3}{10}$ Linien, Hygrometerſtand 39 Grad, Abends Wetterleuchten, Nachts ein Gewitter mit heftigem Sturmwind. *Tiefſter:* am 21. Februar Nachts, — 13 Grad, bei Nordwind, beinahe ganz heiterem, etwas dünſtigem Himmel, einer Barometerhöhe von 28 Zoll 4 Linien, und 78 Grad des Hygrometers; an den beiden folgenden Tagen war die Kälte nur 10 bis 11 Grad, und am 24ſten trat Thauwetter ein. *Differenz* zwiſchen beiden Extremen 37$\frac{4}{10}$ Grade. *Mittlere Temperatur* aus 1095 Beobachtungen 7$\frac{84}{100}$ Grade.

Die mittlere Temperatur jedes der letzten 10 Jahre war folgende:

1800	=	8,2 Grad.	1805	=	7,3 Grad.
1801	=	9,3 —	1806	=	9,1 —
1802	=	8,3 —	1807	=	8,5 —
1803	=	7,5 —	1808	=	7,4 —
1804	=	8 —	1809	=	8 (beinahe)

Aus dieſen 10 Jahren ergiebt ſich für Carlsruhe eine mittlere Temperatur von 8$\frac{16}{100}$ Graden; es war daher im verfloſſenen Jahre dieſelbe überhaupt um $\frac{32}{100}$ Grade geringer, und dieſes Jahr war wärmer

als die Jahre 1803, 5 und 8; kühler als 1800, 1, 2, 4, 6, 7 und 9.

Die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate waren folgende:

in den Jahren	Jan.	Febr.	März	April	May	Juny
1802	— 3	0,4	5,2	9,1	11,4	15,2
1803	— 1,5	0,9	3	9,4	9,5	13,6
1804	+ 4,3	0,5	3	7,8	13	13,8
1805	— 1,6	1,3	3,4	7,3	10,7	13,7
1806	+ 3,9	3,8	4,8	6	13,9	14,2
1797	— 0,1	3,1	1,6	6,9	13,5	14
1808	+ 1,2	0,7	0,8	6,5	14,8	14
1809	+ 1,4	4	4,9	5,2	12,8	13,9
1810	— 5	—9,9	5,6	8,1	11,8	13,8
Mittel aus den ersten 8 Jahren	+ 0,6	2,1	3,3	7,3	12,2	14

in den Jahren	July	Aug.	Sept.	Okt.	N	Dec.
1802	14,6	17,2	12,4	9 5	3,7	1,9
1803	16,3	16	9,2	7,2	4,5	3,3
1804	15	14,1	12,6	9,1	4	1,2
1805	14,5	14,1	12,6	6,1	1,2	0,9
1806	15,7	15,4	11,9	7,7	5,7	6,1
1807	18	18,5	10,8	9,6	5,2	0,9
1808	17,6	16,2	12	7	4	—2,4
1809	15,1	15,1	11,1	6,0	2,2	3,3
1810	15,2	14,9	14,2	8,2	5	3,1
Mittel aus den ersten 8 Jahren	15,9	15,8	11,7	7,9	3,8	1,9

Es waren daher in diesem Jahre wärmer als gewöhnlich die Monate März, April, September (vorzüglich), October, November und December; kühler der Januar und Februar (sehr ausgezeichnet), May, Juny, July und August.

Gröſste Feuchtigkeit: am 16. November Morgens 99 Grade, bei Südweſtwind, einer Barometer-

höhe von 27 Zoll $7\frac{5}{10}$ Linien, 8,0 Grad Temperatur, trübem und regnigtem Wetter, wobei die Fenster der nicht geheitzten Zimmer stark von aussen schwitzten; ungefähr eben so feucht war es am 25sten Nachts. *Geringste Feuchtigkeit:* am 2. May Mittags 33 Grad, bei einer Barometerhöhe von 27 Zoll $7\frac{1}{10}$ Linien, einer Wärme von $19\frac{2}{10}$ Graden, Westwind, beinahe heiterem, aber etwas gewitterhaftem Himmel. *Differenz* 66 Grad. *Mittlere Feuchtigkeit* aus 1095 Beobachtungen 65 Grad.

Der *Wind* kam nach 1095 Beobachtungen 184 Mal von Norden (am meisten Februar, April, Juny, September; am seltensten July, August, März); 285 Mal von Nordost (am häufigsten October, May, Juny, Januar; am wenigsten December, July, März); 73 Mal von Ost (am meisten März, April; im Februar und December niemals); 3 Mal von Südost (im Juny und July); 84 Mal von Süden (am häufigsten im November und Februar; am seltensten im April, May, October); 360 Mal von Südwest (am häufigsten December, July, August, November; am seltensten April, Januar, October); 91 Mal von West (am meisten July, August, December; am seltensten Februar, Juny, November); 10 Mal von Nordwest (hauptsächlich im Juny, July, August, September).

Die herrschenden Winde waren also die von Südwest; die Summe der von Südwest, Süden und Westen ist 535; der von Nordost, Norden und Osten 547, so dass sich diese einander entgegengesetzten

Hauptluftzüge beinahe ganz gleich sind, welches hier gewöhnlich der Fall ist.

In Rücksicht der Witterung überhaupt hatten wir

in den Jahren	ganz heitre Tage	ganz trübe Tage.	Verm. Tage.	Regen-Tage.	Schnee-Tage.
1801	58	72	235	143	24
1802	90	68	207	105	23
1803	58	71	236	101	21
1804	34	60	272	147	27
1805	46	64	235	127	29
1806	33	90	242	162	17
1807	42	87	236	101	41
1808	36	89	241	125	32
1809	27	66	272	129	26
1810	29	72	264	136	14
Mittel aus den ersten 9 Jahren	47	74	242	127	27

in den Jahren	Schlossen	Gewitter	Stürme	Nebel
1801	6	21	13	7
1802	6	16	10	8
1803	6	20	15	6
1804	6	18	8	10
1805	7	17	11	4
1806	3	14	25	15
1807	2	21	13	6
1808	5	20	17	7
1809	4	19	11	2
1810	5	13	14	6
Mittel aus den ersten 9 Jahren	5	18	14	7

Die meisten ganz heitern Tage fielen in September, April und October; im Februar und November fanden keine Statt. Die meisten ganz trüben Tage waren im Januar, November, Februar und März, keine im August. Die meisten vermischten im August, July, Juny. Tage, an denen es fror, 59, worunter 28 im Januar; letztes Eis am 14. April, erstes am 31. October Nachts. Am mei-

ſten Schnee im December und Januar: die meiſten Stürme und Schloſsen im December.

Wir hatten weniger ganz heitere und trübe Tage, aber deſto mehr vermiſchte; mehr Regentage und weniger Schneetage als gewöhnlich; Schloſsen, Stürme und Nebel wie gewöhnlich, hingegen weniger Gewitter.

Die geſammte Quantität des auf 1 Quadratfuſs gefallenen *Regen-* und *Schneewaſſers* betrug 3748 Kubikzoll; wenn es nicht verdünſtet und in die Erde gedrungen wäre, und ſonſt keinen Abfluſs gehabt hätte, würde es zu einer Höhe von 26 Zollen angeſtiegen ſeyn. In den vorangegangenen Jahren betrug dieſe Regenmenge

1801	=	33 Zoll	8 Lin.		1805	=	28 Zoll	7 Lin.
1802	=	24 —	0 —		1806	=	26 —	6 —
1803	=	28 —	0 —		1807	=	26 —	0 —
1804	=	30 —	1 —		1809	=	25 —	5 —

Mittel = 27 Zoll $9\frac{4}{10}$ Lin.

Das verfloſſene Jahr war alſo etwas trockner als gewöhnlich, und als die Jahre 1801, 3, 4, 5, 6; näſſer als die Jahre 1802 und 9; übereinſtimmend mit 1807. Insbeſondre waren die Monate Januar (ganz vorzüglich), Februar, Juny, September trokken. Der März, May (beſonders), November und December aber naſs.

Bei einem kurzen Rückblick auf das verfloſſene Jahr finden wir, daſs die mittleren Barometer- und Thermometer-Höhen wenig von den gewöhnlichen abweichen. *Januar* und *Februar* waren ungewöhnlich kalt; nachdem der Rhein am 14. Januar ge-

froren und in der Folge wieder aufgegangen, ward er am 22. Februar nochmals mit Eis belegt. Inzwischen ereigneten sich in Oestreich, Böhmen, und vorzüglich in Ungarn, starke Erdbeben. Auch in Neapel hatte sich eine ungewöhnliche Kälte eingestellt, man sah sogar den Vesuv mit Schnee bedeckt. In Ungarn dauerte das Erdbeben im *März* fort, und wurde auch in Frankreich hier und da gespürt. Bei einer feuchten, dünstigen Witterung, und bei der stark erkälteten Erde, war gegen den 20. *April* die Vegetation noch sehr zurück. Jetzt fing aber alles schnell an zu grünen. Nur die schönen Platanen blieben zurück, und es schien eine geraume Zeit, als wäre ein beträchtlicher Theil dieser, unsere Gärten und Chausseen zierenden, grossen Bäume, welche im Jahr 1809 durch die ungünstige Frühlingswitterung gelitten hatten, zu Grunde gegangen; beim zweiten Triebe erholte sich aber der grösste Theil wieder. Im *May* zeigte es sich, dass die beim Blühen so viel versprechenden Obstbäume in jener Periode keine günstige Witterung gehabt hatten; das Ende dieses Monats war bei uns kühl, während es in Oberitalien ungewöhnlich regnete. Nicht nur hier, sondern in ganz Europa, war der *Juny* kühl; die Ueberschwemmungen dauerten in Oberitalien fort. Die Witterung im *July* war im Allgemeinen für die Vegetation günstig, weil trübe regnigte Tage mit warmen heitern wechselten. Auch der *August* war für die meisten Feldfrüchte vortheilhaft, und vom 21sten an für die Zeitigung

der Trauben wohlthätig. Während wir in unsern Gegenden einen angenehmen sonnigen, trocknen *September* hatten, und eine ähnliche Witterung auch in Nord-Deutschland, Oestreich und Ungarn Statt hatte, regnete es in Oberitalien mehr als in einem der letzten 38 Jahre, wodurch ungewöhnliche Ueberschwemmungen erfolgten. Es scheint, dass die über das mittelländische Meer herkommende, an Wasserdämpfen reiche Luft den gröfsten Theil ihres enthaltenen Wassers in der Nähe der Schweizer und Tyroler Eisgebirge absetzte, und unsern und andern Gegenden dadurch heitere Tage verschaffte. Die erste Hälfte des *Octobers* war noch ungewöhnlich schön; später hatten wir aber meistens unfreundliche, nasse Witterung; im *November* wehten häufig die seltenen Südwinde, und es fielen am 2ten zum ersten Mal einige Schneeflocken; die regnigte, milde Witterung endigte sich endlich im Ausgange des *Decembers*, wo sich besonders die stürmische Nacht vom 25sten auf den 26sten mit einem Gewitter auszeichnete. Mit dem 30sten trat endlich Winterkälte ein.

Die *Abweichung der Magnetnadel* war im Durchschnitt 18 Grad 3 Minuten westlich.

V.

Verschiedene Bemerkungen, welche sich auf das Höhenmessen mit dem Barometer beziehn;

ausgezogen aus mehrern Briefen

des Dr. Benzenberg in Düsseldorf.

Sie wissen, welche Ungewissheit Statt findet in der Angabe der Temperatur der Luft in Genf, zu der Zeit, als Hr. von Saussure sich mit seinen Instrumenten auf dem Gipfel des Montblanc befand; eine Ungewissheit, die um so unangenehmer ist, als diese seine Barometer-Messung des höchsten trigonometrisch gemessenen Punkts der Erde unter so günstigen Umständen gemacht wurde, dass man kaum hoffen darf, in den nächsten funfzig Jahren eine zweite so genaue Bestimmung des Barometer- und Thermometer-Standes auf dem Montblanc, wie die des Hrn. von Saussure, zu erhalten.

Als ich vor einem Jahre in Genf war, befand sich Hr. Pictet gerade in Paris, und ich konnte mir keine Auskunft über das freie Thermometer des Hrn. Senebier verschaffen. Hr. von Osterwald in Neufchatel, der die Gefälligkeit hatte, noch einmal deswegen an Hrn. Pictet zu schrei-

ben, meldet mir jetzt, alles, was man davon wiſſe, ſey: daſs man die Beobachtung auf der Genfer Sternwarte auf dem Walle, 78 Fuſs über dem See, gemacht habe, *et qu'on a tout lieu de préſumer, que le thermometre étoit expoſé au nord et placé dans le même lieu.* Man wird ſich nun hierbei beruhigen müſſen. Doch habe ich Hrn. Pictet bitten laſſen, dieſen Sommer, wenn die Witterung wieder ſo iſt, wie die am 3. Aug. 1787 war, als den ganzen Tag die Sonne ſchien, ein Thermometer auf dem Walle und eins auf der Spitze eines Kirchthurms beobachten zu laſſen, damit ſich zeige, ob auf jener Stelle keine örtliche Erwärmung der Luft Statt finde.

Herr von Sauſſure hat ſeine Beobachtungen in der damaligen undeutlichen de Luc'ſchen Thermometerſprache vorgetragen, und iſt hierdurch die Veranlaſſung geworden, daſs faſt alle Reductionen ſeiner Beobachtungen, und folglich auch die Rechnungen, welche auf ſie beruhen, falſch ſind. Als ich meine Barometer-Tafeln drucken lieſs, kannte ich blos die unrichtigen Reductionen in der *Monatlichen Correſp.* von dem J. 1805, und die noch unrichtigeren in dem *Memorial topographique.* Aus Herrn von Sauſſure's Original-Beobachtungen finde ich folgende Elemente, nach denen ich die Höhe des Montblanc aufs neue berechnet und auf den Cartons zu meinen Tafeln habe abdrucken laſſen.

Beobachtung.

Genf, 5. Aug. 1787, Mittags 12 Uhr, Cabinet des Hrn. **Senebier**, 78 Fuſs über dem See. Barometer 27,260 Zoll; Wärme des Quecksilbers + 19°,2 R.; Wärme der Luft + 22°,6 R.

Montblanc, Barometer des Hrn. v. **Saussure** 16,022 Zoll; Wärme des Quecksilbers + 1°,2; Wärme der Luft — 2°,5.

Rechnung.

Die mittlere Wärme der abgewogenen Luftsäule war 10,15° R.

Bei 10,15 Temp. würden jene 27",260 seyn, nach Taf. S. 102	27",260 — 56 27,204; log nat = ,90853
Bei 10,15 Temp. würden diese 16",022 seyn, nach Taf. S. 102	16,053; log nat = ,38098
Diff.	= ,52757
Bei 10°,15 Temp. würde nach Taf. S. 95 die Länge der ganzen abgewogenen Luftsäule zwischen den beiden Stationen seyn	25654 p. Fuſs
beides mit einander multiplicirt, giebt	13545
bis auf den Genfer See	78
wegen Abnahme der Schwere	45
Höhe des Montblanc nach der Barom. Messung	= 13668
nach der trigonom. Messung des Prof. Tralles	13659
Unterschied	9 p. Fuſs

oder $\frac{1}{1500}$ des Ganzen.

Diese Uebereinstimmung bis auf 9 Fuſs ist indeſs nur zufällig, da man eine einzelne Barometer-Messung bei 18 Lieues Entfernung der Barometer von einander höchstens bis auf $\frac{1}{250}$ des Ganzen verbürgen kann, eine Gröſse, welche bem Montblanc 54 Fuſs beträgt. Auch würde eine Ungewiſsheit in der mittleren Temperatur der abgewogenen Luftsäule von 1 Grad schon einen Fehler von 60 Fuſs in der Höhe des Berges ausmachen. Der Montblanc hat allen Formeln zum Probierstein gedient, und hat, sonderbar genug, oft gute Resultate bei fehlerhaften Elementen gegeben. Dieses

kam theils durch Rechnungsfehler, theils dadurch, daſs man ſie jedesmal mit einer der drei trigonometriſchen Meſſungen verglich, mit denen ſie gerade paſste.

Die Pictet'ſche trigonom. Meſſung giebt	13428 Fuſs	über dem
Die Schukburg'ſche -	13542 —	Genfer
Die Tralles'ſche - -	13659 —	See.

Die letzte iſt wohl die einzige, welche genau iſt. In ihr ſind die Winkel mit einem Wiederholungskreiſe gemeſſen, und die Beſtimmungen aus drei verſchiedenen Standpunkten gemacht worden. Vom Moleſſon zu 13451 Fuſs, aus dem Schloſs zu Neufchatel zu 13455, und auf dem Chaſſerall zu 13453 pariſer Fuſs über dem Neufchateller See, welcher nach der Meſſung von Pictet und Sauſſure 206 Fuſs höher als der Genfer See liegt. Die Pictet'ſche Meſſung weicht alſo 231 Fuſs, und die Schukburg'ſche 117 Fuſs von der Meſſung des Hrn. Tralles ab.

Daſs man mit dem Barometer wirklich bis auf $\frac{1}{10}$ genau meſſen, und ſelbſt die Meſſung verbürgen kann, das beweiſen die D'Aubuiſſon'ſchen Meſſungen auf dem *Monte Gregorio*. Nur müſſen die Beobachtungen mit ſo viel Sorgfalt und unter ſo günſtigen Umſtänden angeſtellt werden, wie dieſe. Die Barometer hingen noch keine 2 Stunden in gerader Linie von einander entfernt, und es war kein höher liegender Berg zwiſchen ihnen. Barometer und Thermometer hingen im Schatten, und um ja alle örtliche Erwärmung zu vermeiden, hing Herr

D'Aubuiſſon das freie Luftthermometer unten über einer Wieſe, 12 Fuſs vom Boden, in den Schatten einer Pappel. Auch war ohnehin in den kurzen Octobertagen ungleich weniger von einer örtlichen Erwärmung zu beſürchten, als in den langen Auguſt-Tagen, in denen Hr. von Sauſſure auf dem Montblanc war.

Da dieſe Beobachtungen die genaueſten ſind, welche man bis jetzt angeſtellt hat, ſo will ich ſie ſo hier herſetzen, wie ich ſie bei meinen Tafeln in pariſer Zoll und R. Grade reducirt habe.

Die Höhe des Berges wurde trigonometriſch mit aller Sorgfalt zu 5259,3 par. Fuſs gemeſſen, und die Ungewiſsheit in dieſer Meſſung ſoll nicht bis auf 2 Fuſs gehen. Hr. D'Aubuiſſon führt alle Seiten und Winkel an, ſo daſs man ihm überall nachrechnen kann; ein Verfahren, welches man bei ähnlichen wichtigen Beſtimmungen nicht genug empfehlen kann.

Monte Gregorio.

1809 Octbr.	Am Fuſse des Berges			Auf dem Gipfel.		
Mittag	Barom.	Queckſ.	Luft	Barom.	Queckſ.	Luft
1	27,300 Zoll	17 ,4R.	14°,8R.	22 207 Z.	7°,5R.	5°,8R.
4	27,612	12,9	12,4	22,395	3,5	1,8
7	27,497	15,0	14,9	22,348	7,0	3,0
8	27,494	15,0	14,7	22,326	4,7	2,6
17	27,418	15,9	16,0	22,351	8,4	7,9
18	27,532	15,6	15,6	22,425	8,9	7,9
20	27,625	13,3	15,0	22,473	8,5	6,5
25	27,842	14,7	14,3	22,719	10,3	10,0
30	27,512	10,9	10,9	22,279	3,1	0,6
31	27,388	10,9	10,6	22,188	1,9	1,4

Am 1. Octbr. war die Wärme am gröſsten, und es fand um Mittag auch eine örtliche Erwärmung

von 2°,6 nach R. Statt, zwischen 3 Fuſs Höhe und 12 Fuſs Höhe über dem Boden. Alle Beobachtungen sind um 12 Uhr gemacht.

Aus diesen Elementen habe ich mit Hülfe meiner Tafeln folgende Höhen berechnet.

October	Berechnete Höhe	Unterschied in Fuſs	in Theilen des Ganzen
1	5259		$\frac{1}{5260}$
4	5260	+ 1	
7	5261	+ 2	$\frac{1}{2630}$
8	5265	+ 6	$\frac{1}{877}$
17	5258	— 1	$\frac{1}{5258}$
18	5275	+ 16	$\frac{1}{329}$
20	5274	+ 15	$\frac{1}{350}$
25	5257	— 2	$\frac{1}{2629}$
30	5279	+ 20	$\frac{1}{263}$
31	5266	+ 7	$\frac{1}{751}$
Mittel	5263,8	+ 4,5	$\frac{1}{1168}$

October	Wind.	Witterung. Unten.	Witterung. Oben.
1	NNO stark.	Sehr schön.	Schön seit 10 Uhr.
4	SSO schwach.	Sonne.	In den Wolken.
7	Desgl.	Desgl.	Desgl.
8	SO	Desgl.	Desgl.
17	SW schwach.	Sehr schön.	Sehr schön.
18	S beyn. ruhig.	Bedeckt.	Heller Nebel.
20	SW schwach.	Desgl.	Regen um 1 Uhr.
25	Desgl.	Sehr schön.	Schön.
30	SO	Bedeckt.	In Wolken.
31	Desgl.	Sonne.	Oben Sonne und unten Wolken.

Aus D'Aubuisson's Beobachtungen sieht man *erstens*, daſs gute Beobachtungen einzeln genommen nicht bis auf $\frac{1}{210}$ von der trigonometrischen Meſsung abweichen; *zweitens*, daſs ein Mittel aus mehreren, bis auf $\frac{1}{1000}$ des Ganzen sicher ist; und *drittens*, daſs der Fehler in den Abwiegungen von Biot und Arago und in den Ausdehnungs-Versuchen von Gay-Lussac nicht

bis auf $\frac{1}{1000}$ des Ganzen bei Höhen-Messungen zu gehen scheint. Denn Sie wissen, daſs meine Barometer-Tafeln, nach denen ich hier die Rechnung geführt habe, auf diesen Abwiegungen beruhen. Herr D'Aubuisson hat die Beobachtungen nach seinen Formeln berechnet, bei denen ebenfalls diese Abwiegungen zum Grunde liegen, und hat zugleich alle kleine Correctionen angebracht, z. B. die Ausdehnung des messingenen Maasstabes am Barometer u. dgl. Er findet

die Höhe des Berges im Mittel zu 5265,9 Fuſs
die trigonom. Messung giebt 5259,3 —.
also Unterschied 6,6 Fuſs oder $\frac{1}{800}$ des Ganzen.
Bei meinen Tafeln ist der Unterschied 4,5 Fuſs.

Schlieſst man die Beobachtungen vom 18ten, 20sten und 30sten Octbr. vom Mittel aus, da diese Tage neblig und regnig waren, so erhält man 5261,9 par. Fuſs, also nur 2,6 Fuſs Unterschied, oder $\frac{1}{2000}$ des Ganzen.

Man sieht hieraus, wie genau unsere jetzigen Barometer-Rechnungen mit einander übereinstimmen. Dieselbe Uebereinstimmung würde man finden, wenn man nach Hrn. von Lindenau's Tafeln rechnete; obschon diese in ihren Fundamental-Bestimmungen auf andern Beobachtungen beruhen. (Das einzige, was bei dem von Lindenau'schen Coefficienten noch zu wünschen übrig wäre, ist, daſs es dem verdienstvollen Hrn. Verf. gefallen möge, alle Beobachtungen auf den 45sten Grad der Breite und auf das Niveau des Meeres zu reduciren, damit man den Einfluſs der Schwere-

Aenderung ganz rein an jeder Beobachtung anbringen könne.) Die Oltmann'schen Tafeln werden, da sie auf den Rammond'schen Abwiegungen beruhen, diese Höhen ungefähr $\frac{1}{170}$ grösser geben, also 21 Fuss mehr. Dasselbe gilt von der Formel des La Place, die auf denselben Bestimmungen beruht.

Aus allem diesem folgt, dass bei einer einzelnen Barometer-Messung es fast gleichgültig ist, nach welchen der neueren Tafeln man rechnet, weil die Abweichungen unter ihnen so klein sind, dass sie sich mit den Beobachtungsfehlern vermischen. Hat man aber viele Beobachtungen, und sind diese mit der Sorgfalt angestellt, wie die D'Aubuisson'schen, so scheinen die Tafeln den Vorzug zu verdienen, welche auf Biot's und Gay-Lussac's Bestimmungen beruhen.

Man sieht zugleich hieraus, dass gute Beobachtungen genau mit den Tafeln übereinstimmen, und dass, wenn man bedeutende Abweichungen findet, man dieses jedesmal auf Rechnung der Beobachtung und nicht auf Rechnung der Tafeln schreiben muss *).

*) Die Beobachtungen des Hrn. von Villefosse in Gruben auf dem Harze (*Ann.* B. 28. S. 1 f.) geben mir nach meinen Tafeln folgende Resultate, welche richtiger sind als die frühern, die ich Ihnen B. 36 mitgetheilt habe.

1. Hängebank der Dorothea über der Stollensoole zu Grund 966,3; die Markscheider-Messung giebt 922,2; Unterschied 44,1 paris. Fuss.

2. Hängebank des Thurm Rosenhofs über Grund 811,4; die Markscheider-Messung giebt 793,6; Unterschied 17,8 p. F.

Bei dem jetzigen Zustande der Wissenschaft ist die Genauigkeit beinahe das geringste Verdienst, was sich der Herausgeber neuer Barometer-Tafeln erwerben kann. Das grössere scheint die Leichtigkeit in der Darstellung, die Klarheit in der Uebersicht, und die Kürze der Rechnung zu seyn, so dass es auch dem Ungeübten nicht schwer wird, ihre Zusammensetzung zu begreifen und nach ihnen zu rechnen. Ich finde, dass die Vorstellung für Laien die fasslichste ist: dass das Barometer eine Waage sey, auf der der Druck der Luft gegen Druck von Quecksilber abgewogen wird; dabei besteht die ganze Rechnung in einem Regula-de-tri-Satze, bei dem man aus der Länge der Quecksilbersäule auf die Länge der Luftsäule schliesst, die ihr das Gleich-

3. Hängebank des rheinischen Weinschacht über der Stollen-Soole des Georg-Stollens in diesem Schachte 714,5; die Markscheider-Messung giebt 699,6; Unterscied + 14,9 paris. Fuss.

4. Die Stollensoole über dem Tiefsten der Grube 249,4; die Markscheider-Angabe 272,4; Unterschied ÷ 23,0 Fuss.

5. Die Hängebank über dem Tiefsten der Grube 968 Fuss; die Markscheider-Angabe 972; Unterschied ÷ 4 Fuss.

6. Hängebank des Gesammtschachts zu Lauterberg über dem Tiefsten der Grube Luise Christiane 491,5; die Markscheider-Angabe 475,0; Unterschied + 16,5 Fuss.

Ich halte dafür, dass der gröste Theil dieser Abweichungen von der Schwierigkeit herrührt, in den Bergwerken das Barometer bei der flackernden Bergmannslampe scharf zu beobachten und abzulesen. Selbst ein bedeutender Fehler in der mittleren Temperatur kann bei so kleinen Luftsäulen, wo diese ganze Correction nur 20 bis 25 Fuss beträgt, keinen bedeutenden Einfluss haben. *Benzenberg.*

gewicht hält, indem die ſpecifiſchen Gewichte beider Körper und die Aenderung derſelben durch Wärme als bekannt vorausgeſetzt werden. Da der eine Körper elaſtiſch iſt, ſo muſs man auch das Geſetz ſeiner Elaſticität innerhalb den Gränzen kennen, zwiſchen denen man Barometer-Meſſungen anſtellt; vermittelſt deſſelben iſt es leicht, eine Hülfstabelle zu berechnen, welche die Höhe einer Luftſchicht zeigt, die einer gegebenen Queckſilberſäule das Gleichgewicht hält. Dieſes ſind unſere Schichten-Tabellen, die ſich leicht mit Hülfe der vier Species conſtruiren laſſen, da es die Bequemlichkeit der Rechnung fordert, die Queckſilberſchichten nur $\frac{1}{100}$ oder, was noch bequemer iſt, $\frac{2}{1000}$ Zoll hoch zu nehmen, ſo daſs man jede Zahl, die man abgeleſen, ohne Interpolation in den Tafeln findet. Der Fehler, der daraus entſteht, daſs man annimmt, daſs in jeder Schicht die Luft oben ſo dicht ſey wie unten, würde bei unendlich dünnen Schichten unendlich klein ſeyn; bey der eben angeführten Annahme iſt er im erſten Falle $\frac{1}{5000}$ und im letztern $\frac{1}{25000}$, alſo völlig unmerklich.

Die Schichten-Tabellen können indeſs nur für *eine* Temperatur berechnet werden, weil das Verhältniſs zwiſchen den ſpecif. Gewichten von Luft und Queckſilber nur für eine Temperatur gilt, und bei jeder andern anders iſt, da beide Körper ſich verſchieden ausdehnen. Dehnten ſich beide gleich ſtark aus, ſo bliebe dieſes Verhältniſs daſſelbe. Allein man kann leicht mit dem Unterſchiede zwiſchen ihren

Ausdehnungen eine zweite Tabelle berechnen, welche für alle Wärmegrade die Berichtigung für die Aenderung der specif. Gewichte enthält, welche aus der verschiedenen Ausdehnung entsteht.

Bei der Rechnung und bei den Tafeln wird vorausgesetzt, daſs beide Körper bei *gleichen mittleren* Temperaturen gegen einander abgewogen worden sind. Diese Voraussetzung, die ganz aus der Natur der Aufgabe folgt, findet indeſs selten in der Natur Statt. Da man aber die Wärme der Quecksilbersäule und die mittlere Wärme der Luftsäule durch Beobachtung des festen und des freien Thermometer kennt, so ist es leicht, jene auf diese mittlere Temperatur mittelst einer kleinen Tafel zu reduciren. Dieses thut man für beide Stationen, und zieht man dann von der Länge der untern Quecksilbersäule die Länge der obern ab, so ist der Unterschied *die Quecksilbersäule, welche der abgewogenen Luftsäule das Gleichgewicht hält*, und zwar, wie es die Aufgabe verlangte, bei gleichen Temperaturen. Wie äuſserst einfach die Rechnung bei diesem Gange der Vorstellung bleibt, sieht man an dem oben angeführten Beispiele vom Montblanc. Man begreift kaum, wie es möglich war, bei einer so einfachen Lehre, auf so verwickelte Formeln und Vorstellungsarten zu kommen, wie man bis jetzt bei den Barometer-Rechnungen gehabt hat. Wie weitläufig und schwerfällig hierdurch die Tafeln und die Rechnungen werden, sieht man am besten an einem Beyspiele. Ich will wieder das vom Mont-

blanc nehmen, und dieses nach den Tafeln des Hrn. v. Lindenau berechnen, welche bekanntlich auf äusserst künstlichen, durch die höheren Rechnungen gefundenen Formeln beruhen. Ich befolge hierbei genau die Vorschrift, die der Verfasser S. 58 und 60 der Einleitung gegeben hat:

Höhe des Montblanc, berechnet nach den Tafeln des Herrn von Lindenau.

Oben 16 Z. 0,26 Lin.; Queckf. + 1°,2 R.; Luft — 2°,3 R.
Unten 27 Z. 3,12 Lin.; Queckf. + 19,2 R.; Luft + 22°,6 R.

Rechnung.

Taf. I. für 16 Z. 0 Lin. und für + 1°,2	= 1,2049218
Taf. II. Noch für 0,2 Lin. (22677)	4520
Noch für 0,06 Lin.	1356
Taf. III. für 77	23
	1,2055117
Taf. I. für 27 Z. 3 Lin. und 19°,2	= 1,4343626
Taf. II. noch für 0,1 Lin. (13301)	1330
Noch für 0,02 Lin.	266
Taf. III. für 01	0
	log 1,4345222
	log 1,2055117
	,2290105

genäherte Höhe des Montblanc 2290 Toisen.

$\frac{t+t'}{2} = 10°2$; Taf. V. giebt für 10° R.	20,3 T.
für 0,2	÷ 2,1
	18,2
$t - t' = 24,9$; Taf. VI. für 24° und 2200 T.	÷ 7,6 T.
für 90 T.	+ 0,4
für 0°,9 u. 2200	+ 0,5
	8,5
	18,2
Correction	÷ 26,7
genäherte Höhe	= 2290,0
	2263,3
Höhe bis auf den See	13,0
Abnahme der Schwere für 2300 — 2000 T.	1,2
Barom. Messung	= 2277,5
die trigonom. von Tralles	= 2276,5
Unterschied	= 1 Toise.

Ich habe bei der Berechnung des Montblanc nach meinen Tafeln 100 Ziffern geschrieben. Bei diesem Beispiele mussten 166 geschrieben werden. Meine Tafeln nehmen nur 1¼ Bogen ein, und die des Hrn. von Lindenau 9 Bogen. Berechne ich die Schichten-Tafeln so vollständig, dass sie von 0,002 Zoll zu 0,002 Zoll gehen, so brauche ich nur 70 Ziffern, und sie nehmen dann 3 Bogen ein. Hrn. von Lindenau's Tafeln mussten 8 Mal aufgeschlagen werden, und es waren 3 Additionen und 4 Subtractionen nöthig; die Schichten-Tabellen würden bei jener Einrichtung dasselbe Resultat durch 2 Additionen und 2 Subtractionen, nebst viermaligem Aufschlagen geben.

Die Schichten-Tafeln, die ich im ersten Abschnitte meiner Schrift gegeben habe, sind nur für Deutschland bestimmt, und gehen daher nur von 29 bis 23 Zoll. Den Montblanc musste ich daher mit natürlichen Logarithmen berechnen, von denen ich im zweiten Abschnitte eine Tafel gegeben habe, die von 29 Zoll bis 13 Zoll geht, d. h. vom Meeresufer bis zur Spitze des Chimborasso. Rechnet man mit Logarithmen, so ist die Aufgabe ein Regula-de-tri-Satz, indem man eine Multiplication mit der *Höhe der Luftsäule bekommt, die bei gleicher Dichtigkeit 28 Zoll Quecks. das Gleichgewicht hält* (bey 0° Temperatur = 24486 paris. Fuss), und dieses macht, dass man viele Zahlen schreiben muss. Rechnet man mit Schichten, so besteht die Hauptrechnung nur in einer Subtraction von 4 oder 5 Ziffern, und diese giebt die Höhe unmittelbar für die

Temperatur 0° R. Diese Verlängerung durch die Wärme für die mittlere Temperatur der abgewogenen Luftsäule findet man in einer kleinen Hülfs-Tafel, unter der Form einer Addition.

Es scheint demnach aus diesem allen hervorzugehen, dass die vier Species, die Regula de Tri und die Schichten-Tafeln eine grössere Bequemlichkeit in den Barometer-Rechnungen geben, als die Integral-Rechnung und die Logarithmen. Wer aber lieber auf einem gelehrten als einem ungelehrten Wege zum Ziele kommen will, kann diesen immerhin gehen. Es giebt viele Lehren in der Physik, in denen man mit der gemeinen Rechenkunst eben so schnell und eben so genau zum Ziele kommt, als mit den höheren Rechnungen. Es giebt wieder andere, wo die gemeinen Rechnungen weitläufiger und schwieriger sind. Endlich giebts noch andere, wo man mit den gemeinen Rechnungen gar nicht zum Ziele kommen kann, und wo nur die höheren Rechnungen den Beobachter nicht verlassen. Indess giebt man so lange keine Goldmünzen aus, als man mit Silbermünzen ausreicht, und bei den Barometer-Rechnungen braucht man diese nicht einmal; mit der Kupfermünze der drei Species reicht man vollkommen aus. Ich hielt es für nützlich, aus diesem Gesichtspunkte Barometer-Tafeln zu entwerfen, damit auch die Laien, die nur gewöhnliche Kupfermünze bei sich führen, nicht abgehalten würden, diese so nützlichen Messungen zu machen und zu berechnen. Denn an solchen Messungen hat man nur dann Freude, wenn man sie selber berechnen kann, —

und an der Rechnung hat man nur Freude, wenn man den Zusammenhang der Rechnung mit den Tafeln begreift.

Hier noch einige Bemerkungen über das interessante *barometrische Nivellement des Harzgebirges* des Hrn. Hêron de Villefosse, welches Sie in das Publikum gebracht haben *).

Als Herr von Villefossé in Göttingen war, stand sein Barometer 1,8 Linien niedriger, als das des Hrn. Prof. Mayer. Die Ursache dieser grossen Verschiedenheit konnte nur in einem bedeutenden Fehler eines der beiden Barometer liegen, und die Beobachtungen des Hrn. v. Villefosse lassen sich nicht eher aufs Neue in Rechnung nehmen, bis man weiss, ob dieser Fehler seinen Grund in dem unrichtigen Paris. Masse der Scale oder darin hat, dass Luft in die Torricellische Leere gekommen war. In dem letztern Fall dürfte sich durch alles Rechnen keine scharfe Genauigkeit in den Höhenangaben erreichen lassen **). Correspondirten die drei Harzer Barometer,

*) In diesen *Annalen* B. 28. S. 1, und in einzelnen Abzügen als eine besondre Schrift. *G.*

**) Als ich mit Hrn. Brandes in Göttingen studirte, machten wir in den Osterferien 1798 eine Reise die Werre und Weser hinunter mit einem Barometer, in welchem sich etwas Luft befand. Es hatte unten ein undurchsichtiges Gefäss, in das sich die Luftblase immer versteckte, wenn man sie durch Umkehren oben herausgebracht hatte; und beim Beobachten kam sie dann wieder herauf. In Göttingen machte Hr. v. Neufville die correspondirenden Beobachtungen mit Lichtenberg's Barometer, welches sehr gut war. Nachher wurden beide Barometer miteinander verglichen, und der leere Raum gemessen, der über dem Quecksilber war. Sie kennen Hrn. Brandes Geduld im Rechnen; — aber etwas Zuverlässiges kam doch bei diesem Ni-

(wie Sie S. 352 anführen) und lag der Fehler in den Scalen, so würde dieses freilich nur sehr wenig Einfluſs auf das Nivellement haben; aber wie unwahrscheinlich ist es, daſs der Schullehrer Hr. Schatelius zu Klausthal, der Verfertiger derselben, so unrichtiges Pariser Fuſsmaſs gehabt habe, an dem jeder Fuſs um ungefähr ¾ Linien zu groſs war? Lag aber die Ursache des Niedrigerstehn um 1,8 Linien an Luft, die über dem Quecksilber war, so würde ihr Einfluſs, selbst bei so kleinen Höhen als die der Harzberge, beträchtlich seyn, selbst wenn alle drei Barometer *gleich viel* Luft gehabt hätten. Wie genau sie correspondirten, darüber finde ich keine Beobachtung aufgezeichnet. Aus den Beobachtungen von Klausthal und Goslar, die Sie S. 352 anführen, kann man, wie es mir scheint, nicht wohl auf die Uebereinstimmung der Barometer schlieſsen, da sie 3 Stunden von einander entfernt hingen; und am 11. u. 12. April war eine Abweichung von 2 Linien an zwei Tagen. Ehe sich also die Beobachtungen des Hrn. v. Villefosse aufs Neue in Rechnung nehmen lassen, muſs man Auskunft über folgende Fragen haben: 1) Haben alle drei Barometer wirklich correspondirt, und wie genau? Völlig genau correspondiren *nie* zwei Barometer, aber die

vellement nicht heraus, obschon Brandes auf alle kleine Umstände Rücksicht nahm, und das Thermometer bei jeder Beobachtung auf eine doppelte Weise mit in Rechnung brachte, da unser Barometer zugleich ein Luftthermometer war. Die Höhen der Berge erfuhren wir freilich beiläufig, aber was das Nivellement der Flüsse betraf, so war es nicht zu vermeiden, daſs das Wasser nicht zu Zeiten Bergauf lief.
Benzenberg.

Abweichung beträgt nur 1 bis 2 Hundertel Zoll, wenn sie gut sind. — 2) War die Scale richtiges Pariser Fuſsmaſs? — 3) Waren sie in der Torricellischen Leere luftleer? Völlig luftleer sind zwar auch die besten Barometer nict, und alle haben ein Bläschen wie ein äuſserst kleines Nadelknöpfchen; aber dieses ändert ihren Stand nicht.

Was die Berechnung der Beobachtungen selbst betrifft, so scheint es mir, daſs hierbei von der de Luc'schen Regel nicht mehr die Rede seyn kann, da es schon seit zwanzig Jahren nachgewiesen ist, daſs und warum sie um ungefähr $\frac{1}{50}$ fehlerhaft ist. Die neuern Formeln von Trembley, Ramond, La Place, v. Lindenau und D'Aubuisson weichen nur wenig von einander ab, und geben im Durchschnitt die Berghöhen nur um $\frac{1}{250}$ unrichtig. Die Zahl 16¾ in der de Luc'schen Formel ist um ungefähr 3° irrig, und sollte 13°,4 heiſsen. Daſs de Luc diese Zahl zu groſs fand, rührt, wie schon Saussure und Pictet bemerkten, daher, daſs de Luc sein Luftthermometer der Sonne aussetzte. Wie das Gesetz der Wärmeabnahme auf diese Zahl Einfluſs haben könne, ist mir nicht deutlich.

Ich habe bei unserm gemeinschaftlichen Freunde, dem Prof. Horner in Zürich, eine kleine Tafel von 5 Octavseiten gefunden, welche die 150 Seiten der barometrischen Tafeln des Hrn. v. Lindenau darstellen. Sie werden finden, daſs durch dieses Zusammenziehn die Rechnung weder an Genauigkeit noch an Bequemlichkeit verloren hat.

VI.

Versuch, die Tafeln des Hrn. von Lindenau zum Höhenmessen mit dem Barometer, auf wenigen Blättern darzustellen,

vom

Professor HORNER in Zürich.

Die *Tables barométriques*, Gotha 1809, durch deren Berechnung und Bekanntmachung Hr. von Lindenau seine Verdienste um die exacten Wissenschaften vermehrt hat, (und von denen eine umständliche Anzeige in diesen *Annalen* N. F. B. II. steht,) sind nicht blos auf eine dem Verfasser eigene Formel gegründet, sondern zeichnen sich auch durch die ihm eigenthümliche und sehr leichte Art aus, die Barometerstände auf eine feste Temperatur zu reduciren. Seine Formel ist folgende:

$$x = 9442^t \left(1 + \frac{t + t'}{400} - \frac{(t - t')^2}{4(200)^2}\right) \log. \frac{h'}{H'}$$

in welcher x den Höhenunterschied beider Stationen in Toisen, h′ den untern, H′ den obern corrigirten Barometerstand, und t den untern, t′ den obern Thermometerstand in freier Luft nach der Reaumur'schen Skale bedeuten. Die eigenthümliche Form hat ihren Ursprung in der Annahme, daſs die Wärme in den obern Schichten der Atmosphäre nach ei-

ner harmonischen Progression abnehme, und den Coefficienten hat Hr. von Lindenau nach der Methode der Bedingungs-Gleichungen aus den besten Beobachtungen berechnet. Seine erste Tafel gibt sogleich für jeden beobachteten Barometerstand h, und der dazu gehörigen Temperatur des Quecksilbers T, den Logarithmen des corrigirten Barometerstandes $h' = h - \frac{h}{4330}(T - 10)$ von Linie zu Linie, von 29 bis 14 pariser Zoll herab, und von halbem zu halbem Grade der Reaumur'schen Skale, von $-15°$ bis $+30°$. Man findet daher mittelst dieser Tafel sehr leicht einen genäherten Werth des Höhenunterschieds, nemlich $10000 (\log h' - \log H')$. Die obige Formel läfst sich aber auch so darstellen:

$$x = 10000 . \log \frac{h'}{H'} - p . 10000 \log \frac{h'}{H'}$$

$$p = 0{,}0558 - 0{,}004721 \frac{t + t'}{2} + 0{,}000059 (t - t')^2$$

Die Correction jenes genäherten Werthes besteht daher aus zwei Theilen, und es werden für sie wenigstens zwei Tafeln erfordert, die beide jenen genäherten Werth zu einem Argumente haben, und zu dem andern Argumente erstere die halbe Summe, die zweite die Differenz der Temperaturen an beiden Stationen. Mehr wird nicht nöthig seyn, hier vorläufig zu erinnern, um aus der Nachschrift die Einrichtung und den Gebrauch der folgenden, auf einen sehr kleinen Raum zusammengedrängten Darstellung dieser Tafeln zu verstehn. *Gilbert.*

TAFEL I.

Logarithmen der Barometerhöhen.

Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.	Z. L.	Log.	Diff.
15. 0	17709		18. 0	25627	201	21. 0	32322	173
. 1	17950	241	. 1	25828	201	. 1	32494	172
. 2	18189	239	. 2	26028	200	. 2	32665	171
. 3	18427	238	. 3	26227	199	. 3	32836	171
. 4	18664	237	. 4	26425	198	. 4	33006	170
. 5	18899	235	. 5	26622	197	. 5	33175	169
. 6	19133	234	. 6	26818	196	. 6	33344	169
. 7	19366	233	. 7	27013	195	. 7	33512	168
. 8	19598	232	. 8	27207	194	. 8	33679	167
. 9	19828	230	. 9	27400	193	. 9	33846	167
. 10	20057	229	. 10	27593	193	. 10	34012	166
. 11	20285	228	. 11	27785	192	. 11	34178	166
16. 0	20512	227	19. 0	27976	191	22. 0	34343	165
. 1	20738	226	. 1	28166	190	. 1	34507	164
. 2	20963	225	. 2	28355	189	. 2	34670	163
. 3	21186	223	. 3	28543	188	. 3	34833	163
. 4	21408	222	. 4	28731	188	. 4	34995	162
. 5	21629	221	. 5	28918	187	. 5	35157	162
. 6	21849	220	. 6	29104	186	. 6	35318	161
. 7	22068	219	. 7	29289	185	. 7	35479	161
. 8	22286	218	. 8	29473	184	. 8	35639	160
. 9	22503	217	. 9	29657	184	. 9	35798	159
. 10	22718	215	. 10	29840	183	. 10	35957	159
. 11	22932	214	. 11	30022	182	. 11	36115	158
17. 0	23145	213	20. 0	30203	181	23. 0	36273	158
. 1	23357	212	. 1	30384	181	. 1	36430	157
. 2	23569	212	. 2	30564	180	. 2	36587	157
. 3	23780	211	. 3	30743	179	. 3	36743	156
. 4	23989	209	. 4	30921	178	. 4	36898	155
. 5	24197	208	. 5	31099	178	. 5	37053	155
. 6	24404	207	. 6	31276	177	. 6	37207	154
. 7	24610	206	. 7	31452	176	. 7	37361	154
. 8	24816	206	. 8	31627	175	. 8	37514	153
. 9	25021	205	. 9	31[illegible]02	175	. 9	37667	153
. 10	25224	203	. 10	31976	174	. 10	37819	152
. 11	25426	202	. 11	32149	173	. 11	37970	151

Logarithmen der Barometerhöhen.

Z. L.	Log.	Diff.
24. 0	38121	151
. 1	38272	151
. 2	38422	150
. 3	38571	149
. 4	38720	149
. 5	38869	149
. 6	39017	148
. 7	39164	147
. 8	39311	147
. 9	39458	147
. 10	39604	146
. 11	39749	145
25. 0	39894	145
. 1	40039	145
. 2	40183	144
. 3	40326	143
. 4	40469	143
. 5	40612	143
. 6	40754	142
. 7	40896	142
. 8	41037	141
. 9	41178	141
. 10	41318	140
. 11	41458	140
26. 0	41598	140
. 1	41737	139
. 2	41875	138
. 3	42013	138
. 4	42151	138
. 5	42288	137
. 6	42425	137
. 7	42561	136
. 8	42697	136
. 9	42833	136
. 10	42968	135
. 11	43103	135
27. 0	43237	134
. 1	43371	134
. 2	43504	133
. 3	43637	133
. 4	43770	133
. 5	43902	132
. 6	44034	132
. 7	44165	131
. 8	44296	131
. 9	44427	131
. 10	44557	130
. 11	44687	130
28. 0	44816	129
. 1	44945	129
. 2	45074	129
. 3	45202	128
. 4	45330	128
. 5	45458	128
. 6	45585	127
. 7	45712	127
. 8	45838	126
. 9	45964	126
. 10	46090	126
. 11	46215	125

Für jeden Zehntelgrad + R. des festen Thermometers ziehe eine Ziffer vom Log. ab; für Temperaturen unter 0° addire dieselbe: z. B. für + 12,5° R. wird die Zahl 125 vom Log. abgezogen; für — 7,3° R. wird die Zahl 73 zum Log. hinzugethan.

TAFEL II.

Proportionaltheile für Zehntellinien.

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
238	24	48	71	95	119	143	167	190	214
236	24	47	71	94	118	142	165	189	212
234	23	47	70	94	117	140	164	187	211
232	23	46	70	93	116	139	162	186	209
230	23	46	69	92	115	138	161	184	207
228	23	46	68	91	114	137	160	182	205
226	23	45	68	90	113	136	158	181	203
224	22	45	67	90	112	134	157	179	202
222	22	44	67	89	111	133	155	178	200
220	22	44	66	88	110	132	154	176	198
218	22	44	65	87	109	131	153	174	196
216	22	43	65	86	108	130	151	173	194
214	21	43	64	86	107	128	150	171	193
212	21	42	64	85	106	127	148	170	191
210	21	42	63	84	105	126	147	168	189
208	21	42	62	83	104	125	146	166	187
206	21	41	62	82	103	124	144	165	185
204	20	41	61	82	102	122	143	163	184
202	20	40	61	81	101	121	141	162	182
200	20	40	60	80	100	120	140	160	180
198	20	40	59	79	99	119	139	158	178
196	20	39	59	78	98	118	137	157	176
194	19	39	58	78	97	116	136	155	175
192	19	38	58	77	96	115	134	154	173
190	19	38	57	76	95	114	133	152	171
188	19	38	56	75	94	113	132	150	169
186	19	37	56	74	93	112	130	149	167
184	18	37	55	74	92	110	129	147	166
182	18	36	55	73	91	109	127	146	164
180	18	36	54	72	90	108	126	144	162

Proportionaltheile für Zehntellinien.

	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
178	18	36	53	71	89	107	125	142	160
176	18	35	53	70	88	106	123	141	158
174	17	35	52	70	87	104	122	139	157
172	17	34	52	69	86	103	120	138	155
170	17	34	51	68	85	102	119	136	153
168	17	34	50	67	84	101	118	134	151
166	17	33	50	66	83	100	116	133	149
164	16	33	49	66	82	98	115	131	148
162	16	32	49	65	81	97	113	130	146
160	16	32	48	64	80	96	112	128	144
158	16	32	47	63	79	95	111	126	142
156	16	31	47	62	78	94	109	125	140
154	15	31	46	62	77	92	108	123	139
152	15	30	46	61	76	91	106	122	137
150	15	30	45	60	75	90	105	120	135
148	15	30	44	59	74	89	104	118	133
146	15	29	44	58	73	88	102	117	131
144	14	29	43	58	72	86	101	115	130
142	14	28	43	57	71	85	99	114	128
140	14	28	42	56	70	84	98	112	126
138	14	28	41	55	69	83	97	110	124
136	14	27	41	54	68	82	95	109	122
134	13	27	40	54	67	80	94	107	121
132	13	26	40	53	66	79	92	106	119
130	13	26	39	52	65	78	91	104	117
129	13	26	39	52	65	77	90	103	116
128	13	26	38	51	64	77	90	102	115
127	13	25	38	51	64	76	89	102	114
126	13	25	38	50	63	76	88	101	113
125	13	25	38	50	63	75	88	100	113

TAFEL III.

Argum. Die Differenz der obigen Logarithmen, oder die unverbesserte Höhe in Toisen.

	A.	B.	C.
	— t	+	+
100	5 . 6	0 . 47	0 . 2
200	11 . 2	0 . 95	0 . 4
300	16 . 7	1 . 42	0 . 7
400	22 . 3	1 . 89	1 . 0
500	27 . 9	2 . 36	1 . 3
600	33 . 5	2 . 83	1 . 6
700	39 . 1	3 . 30	1 . 9
800	44 . 6	3 . 77	2 . 3
900	50 . 2	4 . 25	2 . 6
1000	55 . 8	4 . 72	3 . 0
1100	61 . 4	5 . 19	3 . 3
1200	67 . 0	5 . 67	3 . 6
1300	72 . 5	6 . 14	3 . 9
1400	78 . 1	6 . 61	4 . 3
1500	83 . 7	7 . 08	4 . 6
1600	89 . 3	7 . 55	5 . 0
1700	94 . 9	8 . 02	5 . 4
1800	100 . 4	8 . 49	5 . 8
1900	106 . 0	8 . 97	6 . 1
2000	111 . 6	9 . 44	6 . 5
2100	117 . 2	9 . 91	6 . 9
2200	122 . 8	10 . 39	7 . 3
2300	128 . 3	10 . 86	7 . 7
2400	133 . 9	11 . 33	8 . 1
2500	139 . 5	11 . 80	8 . 5
2600	145 . 1	12 . 27	9 . 0
2700	150 . 7	12 . 74	9 . 5

Proportionaltheile
für

	A.	B.
10	0 . 6	0 . 05
20	1 . 1	0 . 09
30	1 . 7	0 . 14
40	2 . 2	0 . 18
50	2 . 8	0 . 24
60	3 . 4	0 . 28
70	3 . 9	0 . 33
80	4 . 5	0 . 38
90	5 . 0	0 . 43
1	0 . 1	0 . 00
2	0 . 1	0 . 01
3	0 . 2	0 . 01
4	0 . 2	0 . 02
5	0 . 3	0 . 02
6	0 . 3	0 . 03
7	0 . 4	0 . 03
8	0 . 5	0 . 04
9	0 . 5	0 . 04
10	0 . 6	0 . 05

Die in der Columne A. befindliche Gröfse wird *immer* von der unverbefserten Höhe abgezogen; die in der Columne C. wird addirt. Der Werth in Columne B. wird mit dem Mittel aus beiden beobachteten Thermometergraden der freien Luft $\left(\frac{t + t'}{2}\right)$ multiplicirt, und das Product nach dem Zeichen der Grade addirt; ist also + für + R; — für — R.

TAFEL IV.

Höhe in Toisen.

Argum. Die Differenz der freien Thermometergrade (t — t').	200	400	600	800	1000	2000
1	..	..	..	..	..	..
2	..	..	..	..	0. 0	0. 0
3	..	..	0.0	0.0	0. 1	0. 1
4	..	..	0.1	0.1	0. 1	0. 2
5	..	0.0	0.1	0.1	0. 2	0. 3
6	..	0.1	0.1	0.2	0. 2	0. 4
7	..	0.1	0.2	0.2	0. 3	0. 6
8	0.0	0.2	0.2	0.3	0. 4	0. 8
9	0.1	0.2	0.3	0.4	0. 5	1. 0
10	0.1	0.3	0.4	0.5	0. 6	1. 2
11	0.1	0.3	0.4	0.6	0. 7	1. 4
12	0.2	0.4	0.5	0.7	0. 9	1. 7
13	0.2	0.4	0.6	0.8	1. 0	2. 0
14	0.2	0.5	0.7	0.9	1. 2	2. 3
15	0.3	0.6	0.8	1.1	1. 3	2. 7
16	0.3	0.6	0.9	1.2	1. 5	3. 1
17	0.4	0.7	1.0	1.4	1. 7	3. 5
18	0.4	0.8	1.2	1.6	1. 9	3. 9
19	0.4	0.9	1.3	1.7	2. 2	4. 3
20	0.5	1.0	1.4	1.9	2. 4	4. 8
21	0.5	1.1	1.6	2.1	2. 6	5. 3
22	0.6	1.2	1.7	2.3	2. 9	5. 8
23	0.6	1.3	1.9	2.5	3. 2	6. 3
24	0.7	1.4	2.1	2.8	3. 5	6. 9
25	0.8	1.5	2.2	3.0	3. 7	7. 5
26	0.8	1.6	2.4	3.2	4. 1	8. 1
27	0.9	1.8	2.6	3.5	4. 4	8. 7
28	1.0	1.9	2.8	3.7	4. 7	9. 4

Vorstehende Tafeln sind aus den *Tables barométriques* des Hrn. von Lindenau zusammengezogen.

Tafel I. enthält die dort gegebenen Logarithmen der Barometerhöhen für 0° Reaum. (eigent-

lich — 10° R.) zu 5 Decimalstellen und mit Weglassung der Charakteristik. Die Idee, den Einfluss der Wärme des Quecksilbers an den Logarithmen der Barometerhöhen und nicht an den Höhen selbst anzubringen, führt den vortheilhaften Umstand mit sich, dass die Producte aus $\frac{28^2{,}00}{4330} \times \left(\frac{\text{Log. } 28{,}00 - \text{log. } 27{,}99}{10}\right)$ und aus $\frac{15^2{,}00}{4330} \times \left(\frac{\text{Log. } 15{,}00 - \text{log. } 14{,}99}{10}\right)$ beide ziemlich nahe 0,00010 ausmachen, nemlich: $\frac{28}{4330}$ oder $0{,}006466 \times \frac{0{,}00015\,5}{10} = 0{,}00010\ 023$; und $\frac{15}{4330}$ oder $0{,}003464 \times \frac{0{,}00029}{10} = 0{,}00010045$; so dass die Verbesserung für 1° R. an den Logarithmen zu 5 Decimalstellen durchgängig 10 Einheiten beträgt, woraus die oben gegebene einfache Regel entspringt. Zugleich erhellet, dass eine Ungewissheit von n Graden in der Temperatur des Quecksilbers die gesuchte Höhe um eben so viel Toisen ändere. Bei Fortin'schen Barometern und unter gewissen Umständen auch bei Barometern mit langen Messingscalen ist der Logarithmus der Barometerhöhe noch wegen der Ausdehnung des Messings zu corrigiren. Da diese gerade $\frac{1}{10}$ der Ausdehnung des Quecksilbers beträgt, so ist es hinreichend, die Verbesserung des Log., oder die Zahl der Grade des festen Thermometers, um $\frac{1}{10}$ zu verkleinern; also anstatt — 125 ziehe man ab $125 - 13 = 112$.

Tafel II. giebt die Proportionaltheile der Differenzen der ersten Tafel für Zehntel- und Hundertel-Linien.

Tafel III. A. enthält die Gröſse: $-10000 \frac{\log h}{\log H} \times 0{,}0558$; die Columne B. giebt $-10000 \frac{\log h}{\log H} \times -0{,}004721$, und muſs noch mit $\frac{t+t'}{2}$ multiplizirt werden; in der Columne C. findet sich die Berichtigung wegen Abnahme der Schwere in senkrechter Richtung.

Tafel IV. giebt die Verbesserung $-10000 \frac{\log h}{\log H} \times (0{,}0000059\,[t-t']^2)$.

Beispiel.

	Auf d. Pik de Bigorre		In Tarbes bei Dangos	
Höhe des Barom. .	19 Z. 10 L. 14	= h;	27 Z. 2 L. 06. .	= H
Festes Therm. R. .	+ 7°,6	T;	14 ,9	T'
Freies Thermom. .	+ 3, 2	t;	15, 3 .	t'

$\frac{t+t'}{2} = 9°,25$; $t - t' = 12°,1$

Taf. I. . log h =	29840;	log H =	43504
Prop. theil aus Taf. II. mit 182 Diff.	18	mit 133 Diff.	0
. . . . .	7	. .	8
	29865		43512
Correction für das feste Therm.	— 76	. .	— 149
log (h)	29789	log (h')	43363
			29789
Unverbesserte Höhe in Toisen		=	1357,4
Corr. Taf. III. A.			— 75,7
			1281,7
Corr. + 6t, 41 (Taf. III. B.) × 9°, 25.			+ 59,3
			1341,0
Corr. Taf. IV. .			— 1,2
			1339,8
Nach Hrn. v. Lindenau's Rechnung			1339,74
Corr. Taf. III. C.			+ 4,1
Toisen		=	1343,9
Trigonometrische Messung		=	1340,7

VII.

Bemerkungen über Herrn Prem. Lieut. C. J. A. Prätorius Aufsatz: über die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen,

von

S. Th. Sömmering,

Königl. Bairischem Geheimen Rath, Ritter und Akademikus.

Achtung für diejenigen Leser der beliebten *Annalen der Physik*, welche das Seite 116 u. f. befindliche Urtheil des Herrn Prem. Lieut. Prätorius, über meinen elektrischen Telegraphen etwa für *richtig* halten könnten, wenn ich gänzlich schwiege, nöthiget mich, folgende wenige Bemerkungen dagegen auf gleichem Wege bekannt zu machen, denn gegen Männer, welche meinen Telegraphen aus Anschauung kennen, auch nur ein Wörtchen zu verlieren, wäre mehr als überflüssig.

Hr. Prätorius überschreibt seinen Aufsatz: „*Ueber die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen.*" Hienach sollte man erwarten, daſs von der Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen f. w. F. überhaupt gehandelt werden würde; allein der ganze Aufsatz ist lediglich gegen den einzigen, von mir durch Gasentbindung vermittelten Telegraphen gerichtet, womit doch wahrlich nicht zugleich die Unstatthaftigkeit der elektrischen Telegraphen für weite Fernen, man merke wohl, der elektrischen Telegraphen in der Mehrzahl, dargethan seyn dürfte.

Wenn nun insbesondere Hr. Prätorius in der Einleitung von einer „*pomphaft angekündigten Er-*

findung" schreibt, so hätte er doch billigermaſsen irgend etwas zur Begründung einer so unfreundlichen Begrüſsung anführen sollen.

Nach Hrn. Prätorius *„Meinung lieſse sich* (die Andeutung von Buchstaben durch Gasentbindung) *höchstens auf Entfernungen von 1000 Fuſs bewirken."* So sehr es mir auch auffällt, von einem gewesenen Lehrer der Physik diese Meinung zu vernehmen, so erscheint es mir doch noch weit seltsamer, einem leicht in jedem Augenblicke anzustellenden Versuche, einer durch den Augenschein zu beweisenden Thatsache, kurz, meiner Erfahrung, seine bloſse Meinung entgegen gestellt zu se[h]n. Denn Thatsache ist es nicht nur, daſs ich den Versuch mit 2000 Fuſs vor länger als zwei Jahren der K. Akademie der Wissenschaften zu München und seitdem vielen Andern vorzeigte, sondern ich bin auch jeden Augenblick bereit, Hrn. Prätorius selbst, oder einem von ihm Beauftragten, den gleichen Versuch mit 4000 und mehreren Fuſs, so oft und so lange es ihm beliebt, zu wiederhohlen und selbst wiederhohlen zu lassen.

Ja daſs dieses gar nichts Neues ist, beweisen Hrn. Basse's schon vor acht Jahren angestellte vortreffliche galvanische Versuche (im Jahrgange 1803. St. 3. S. 27. dieser *Annalen der Physik*), wo es unter andern heiſst: *Versuch* 3. „Ich verdoppelte die Länge beider Drähte, „so daſs jeder 4000 (viertausend) Fuſs lang war. Es erga„ben sich aufs neue die nämlichen Erscheinungen (Gas„entbindung u. s. f.) und in eben der Stärke, wie zu„vor. *Fast schien es mir, als wenn die Stärke der „Galvanischen Elektricität dadurch eher zu- als „abgenommen hätte."* Diese Zunahme der Elektricitäts Stärke wird diejenigen nicht wundern, welche dasjenige kennen, was Volta so unvergleichlich über die Capacität der Conductoren lehrte.

Wenn Hr. Prätorius darauf ferner schreibt: *„Da nun durchs Zusammenfügen einzelner Stücken „des Seils, wegen der Isolirung an den Fugen und „wegen der unvermeidlichen Verwechselung der be„nannten Drähte es durchaus nicht möglich ist, „das Seil bis zu einer Meile zu verlängern, so*

„müßte dasselbe nothwendig aus dem Ganzen ge„macht werden.“ so wird es mir klar, daſs er keinen Begriff von meinen Einrichtungen besitzt, da sich das Seil ganz füglich entweder stückweise, oder auch im Ganzen fertigen läſst.

Hr. Prätorius wählt zur Basis seiner Berechnung *„Draht von No. 1., von welchem 1 pariser Fuſs 12 Gran wiegt.“* Allein zehn Fuſs des Drahtes, dessen ich mich, nicht hypothetisch, sondern in der Wirklichkeit, bediene, von No. 8., sogar schon ganz dicht mit Seide übersponnen, wiegen kaum 21 (zwanzig ein) Gran; folglich ein die Länge einer deutschen Meile habendes, aus 27 Drähten bestehendes Seil nur 168¾ Pfund Silbergewicht, welches freilich nach Hrn. Prätorius Angaben und Berechnung eilf Centner wiegen müſste. Meiner neuesten Vorrichtung nemlich zufolge braucht man nur 27, nicht 35 Drähte.

Eben so irrig ist Hr. Prätorius, wenn er sich das Seil *„wenigstens ½ Zoll stark denkt“*, welches doch in der Wirklichkeit, so wie ich es ganz vollkommen fertig und überfirniſst vor mir habe, nur eine und eine halbe Linie stark (besser wohl, dick) ist.

„Nun frage ich Hrn. Sömmering, (schreibt Hr. Prätorius) *auf welcher Seilerbahn er sein meilenlanges Seil aus den 35 Drähten will zusammendrehen lassen, da man schon zum Ueberspinnen der einzelnen Drähte zu einer solchen Länge keine Vorrichtungen hat?“* Ich antworte: daſs man weder eine Seilerbahn, noch eines höchst nachtheiligen Zusammendrehens der Drähte bedarf, sondern daſs man die zusammengefaſsten Drähte nur ganz leicht und weitläufig mit einem Faden zu überwickeln braucht. Auch zweifle ich nicht, daſs sich in Dresden so gut, als in München, zum Ueberspinnen der einzelnen Drähte sogenannte Mühlen befinden, an welchen durch 20, ja noch mehrere Spulen zu gleicher Zeit das Ueberspinnen geschieht.

Da hiesige praktische Kunstverständige weder das Graben eines Kanales, noch die Leitung eines Seiles so *„umständlich und kostbar“*, als Hr. Prätorius, finden, so verweise ich Hrn. Prätorius auf das Origi-

nal meiner Abhandlung, im dritten Bande der Denkschriften unserer Akademie, wo die Ursachen angegeben sind, warum ich mich über diesen Gegenstand nicht einlasse.

„*Ueberhaupt ist bei dieser ganzen Erfindung zu viel speculirt und zu wenig calculirt worden.*“ Dass ich zu viel speculirt hätte, bin ich mir nicht bewusst, und dass ich zu wenig calculirt hätte, kann ich auch nicht finden. Die achtungswürdigsten Kenner dieser Gegenstände versicherten mich längstens, dass ich hinlänglich und richtig calculirt hätte. Vielleicht überzeugt sich auch Hr. Prätorius über dieses, so wie über manches andere eines Bessern, wenn er meine Abhandlung im Originale vollständig, nicht blos in dem Auszuge eines Journales lieset. Dürfte ich mir eine Gegenanzüglichkeit erlauben, so würde ich bemerken, dass in Hrn. Prätorius ganzem Aufsatze zu wenig speculirt und zu viel calculirt worden.

„*Herr Sömmering will einen 2248 bair. Fuss langen Draht um Einen Glascylinder gewunden haben u. s. f. Nun die Glashütte möchte ich kennen, wo 6 Fuss lange und 1 Fuss starke* (weite?) *Cylinder geblasen werden.*“ Hierauf läst sich nun freilich nichts anderes erwidern, als: Hr. Prätorius komme und sehe, oder übertrage die Beschauung einem bei ihm mehr als ich und die gesamte Akademie der Wiss. zu München Glauben habenden. Es wird ihm dann vermuthlich selbst eben sowohl ein Lächeln anwandeln, als jedem Andern, dem ich neben seiner Aeusserung zugleich solche Cylinder in der Wirklichkeit zeigte. Freilich *machen* nicht 10 *Umwindungen*, wie Hr. P. berechnet, sondern erst 58 bis 60 Umwindungen, wie ich nicht durch Calculiren auf dem Papiere, sondern durch wirkliches Messen und Zählen finde, *eine Zoll-Höhe.* — Mein Glascylinder ist freilich auch nicht 6 *Fuss lang und* 1 *Fuss stark* (weit?), sondern nur zwey Fuss und 5 Zoll lang und 1 Fuss weit.

Die K. Bayrische Akademie der Wissenschaften bestätigt durch öffentliche Herausgabe meiner Abhandlung in ihren Denkschriften vor dem Publikum, dass ich ihr den Glascylinder, *von dem ich, als ihr vorgezeigt,* in

der Abhandlung spreche, vorgezeigt habe, und Herr Prätorius zweifelt noch nach zwei Jahren erst an der Möglichkeit der Existenz desselben! Wenn ich denn auch auf Hrn. Prätorius' Achtung für meine Wahrheitsliebe keinen Anspruch mache, so hätte ihn doch die Achtung für die Akademie, welcher ich angehöre, zurückhalten sollen, ohne irgend eine vorhergehende nähere Erkundigung auf eine solche — — Art seine auf unrichtigen Vordersätzen beruhende, calculirende Zweifelsucht gegen die Existenz wirklich vorhandener Dinge öffentlich vorzutragen.

„*Man ersieht aus Allem, dass die ganze aufgestellte paradoxe Idee wohl nur einem Scherze ihren Ursprung verdankt.*“ Ja wohl ersehe ich aus *Allem* von dem Herrn Verfasser Vorgebrachten, dass er eine ganz unrichtige *paradoxe Idee* von meinem nicht in einer Idee, sondern in der Wirklichkeit *aufgestellten Telegraphen* besitzt. Zu St. Petersburg, Paris, Genf und München kann er sich durch eigene Anschauung überzeugen oder durch Beauftragte überzeugen lassen, dass mein Telegraph in keinem blossen Modelle, sondern in einer zum reellen Gebrauche völlig geendigten, weder zu vergrössernden noch zu verkleinernden Vorrichtung besteht.

Am wenigsten hätte ich demnach von einem Ober-Sachsen aus der königlichen Residenzstadt Dresden die arge, öffentliche Unhöflichkeit vermuthet, womit Herr Prem. Lieut. Prätorius seinen gegen mich gerichteten Aufsatz als Abschiedscompliment beschliesst.

München, d. 4. Februar 1812.

VIII.

Bemerkungen über Herrn Prof. Wrede's Einrichtung des in den Ann. B. 38. S. 347 beschriebenen kleinen Gebläses,

vom

Prof. Lüdicke in Meissen.

Herr Prof. Wrede sagt in dem neusten Hefte dieser Annalen (oben S. 347.), er habe meine hydro- und aerodynamischen Gründe, worauf ich die Einrichtung dieses kleinen Gebläses gründe, nicht bemerken können. Daran ist wahrscheinlich ein Fehler im Kupferstiche und ein Druckfehler Schuld. In der IV. Kupfertafel B. 38. Fig. 3. darf nämlich die obere Oeffnung in der horizontalen Röhre zur linken Hand von *f* nicht mit einer Linie zugezogen seyn, so wie auch unter dieser Oeffnung der Buchstabe *e* stehen muss. S. 320. Z. 16 ist hingegen *e* statt *f* zu lesen. Vielleicht ist auch der Umstand übersehen worden, dass die Fassungen der beiden Kugeln auf der convexen Seite zweier Halbröhren angelöthet sind, welche sich mittelst einer Belederung genau an das horizontale, gut abgedrehete Rohr anschliessen und um letzteres herumgedrehet werden, dass also das horizontale Rohr gar nicht bewegt wird; welches mir nöthig schien, um das vor der Lampe vorgerichtete Schmelzrohr nicht zu verrücken. Solchemnach befindet sich in diesem horizontalen Rohre die Oeffnung *e* stets oben und die Oeffnung *g* stets unten. Um diese unvollständige Beschreibung

nur zu ergänzen, durfte der daselbst angegebene Hahn nicht weggelassen werden, und dieser war nur bei kurzen und engen Röhren über und unter *e* nöthig. Wenn man aber, wie ich schon daselbst bei weiten Röhren bemerkt habe, diese Röhren über und unter e bis an den Boden der Kugeln verlängert, so fällt der Hahn ganz weg, und sie haben alsdenn dieselbe Lage und denselben Endzweck, als die Röhren ab in der IV Kupfertafel Fig. 2.

Aus diesen wenigen Bemerkungen wird sich das durch den Lauf des Wassers bewirkte Aus- und Einströmen der Luft hoffentlich leicht erklären lassen. Wenn nämlich die Kugeln herumgedrehet worden sind, so steht die obere, das Wasser enthaltende Kugel mit ihrem Rohre zur linken Hand über die Oeffnung *e* des horizontalen Rohres, die mittlere Röhre trifft auf die Röhre *f*, und die Röhre zur rechten Hand ist verschlossen. Bei der untern Kugel hingegen ist die Röhre zur linken Hand verschlossen, die mittlere passt auf die Röhre *f* und die zur rechten Hand trifft auf die untere Oeffnung *g* des horizontalen Rohres. Indem daher das Wasser durch *f* abläuft, wird die Luft durch die Oeffnungen *a* und *e* und durch die Röhre zur linken Hand in die obere Kugel einströmen; dahingegen wird dieses Wasser die Luft in der untern Kugel zusammendrücken, welche keinen andern Ausgang, als durch die Röhre zur rechten Hand und durch die Oeffnungen bei *g* und *b* findet.

Ich freue mich jedoch, dass diese Unverständlichkeit einen so guten Erfolg gehabt und den glücklichen Gedanken des Hrn. Prof. Wrede hervorgebracht hat, nach welchem dieses Gebläse mit weniger Kosten- und Zeitaufwand gefertigt werden kann. Herr Wrede wird mir aber ein paar Bemerkungen erlauben, welche auf die Verbesserung dieser Einrichtung Taf. IV. dieses Bandes Fig. 2. abzielen. Da man das einmal vorgerichtete Schmelzrohr nicht gern verändert und hier die hohle Axe herumgedrehet werden muss, so dürfte die Einrichtung so zu treffen seyn, dass sich das Ende der Axe bey *B* (in dem Kupfer muss *B* statt *H* stehen) in einer andern unbeweglichen Röhre luftdicht herum-

drehet. So gut auch die krummgebogenen heberförmigen Röhren ihre Stellen ausfüllen, so wäre dennoch zu erwägen, daſs die in der untern Kugel zuſammengedrückte Luft, welche dem Luftſtrahle die nöthige Geſchwindigkeit giebt, einen Theil des in dem kurzen Schenkel des obern Hebers ſtehenden Waſſers heraustreiben und ſo die Wirkung des Gebläſes eher beendigen werde, als die Waſſerfläche bei *e* angelangt iſt. Ich würde daher rathen, Kugeln von einer anſehnlichen Gröſse zu erwählen, weil ohnehin bei dieſer Einrichtung, wie Herr Wrede mit Recht erinnert, die obere Kugel nur bis zur Hälfte mit Waſſer angefüllt ſeyn darf.

Bei der von mir vorgeſchlagenen, obwohl mehr Arbeit erfodernden Einrichtung hat hingegen die in der untern Kugel zuſammengedrückte Luft keine Wirkung auf das Waſſer in der obern Kugel, ſo wie auch dieſe bis über $\frac{3}{4}$ ihres Raumes mit Waſſer angefüllt ſeyn kann, ohne daſs etwas davon bei dem Umdrehen aus einer Kugel in die andre läuft, weil alle drey Oeffnungen verſchloſſen ſind, ſobald die Kugeln aus ihrer vertikalen Lage herausgerückt werden. Man darf daher hier wegen der Gröſse der Kugel nicht ſo ſehr beſorgt ſeyn; denn Kugeln von jener anſehnlichen Gröſse geben hier ein Gebläſe, welches faſt noch einmal ſo lange als jenes fortwirkt.
